



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGIA

EVENTRACIÓN DIAFRAGMÁTICA:

EFFECTOS DE LA PLICATURA DIAFRAGMÁTICA

POR MINI-TORACOTOMÍA VÍDEO-ASISTIDA

SOBRE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA

Carlos Alberto Rombolá

TESIS DOCTORAL

MADRID 2012



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGIA

EVENTRACIÓN DIAFRAGMÁTICA:

Efectos de la Plicatura Diafragmática

por Mini-Toracotomía Vídeo-Asistida

sobre la función respiratoria

Carlos Alberto Rombolá

TESIS DOCTORAL

DIRECTORES:

. Prof. José Antonio Rodríguez Montes

- Dr. Pedro J. Tárraga López

TUTOR:

- Dr. Pablo Bermejo López

MADRID 2012



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGIA

D. Pedro Juan Tárraga López, Profesor Asociado de Medicina de la Universidad de Castilla - La Mancha.

CERTIFICA:

Que bajo su tutela y dirección D. Carlos Alberto Rombolá ha realizado el trabajo titulado *“Eventración diafragmática. Efectos de la plicatura diafragmática por mini-toracotomía vídeo-asistida sobre la función respiratoria”*, para la consecución de su tesis doctoral, encontrándola apta para su defensa ante el tribunal que en su día se designe.

Madrid, 20 de septiembre del 2012

Fdo. Pedro J. Tárraga López



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGIA

D. José Antonio Rodríguez Montes, Catedrático de Cirugía de la Universidad Autónoma de Madrid.

CERTIFICA:

Que bajo su tutela y dirección D. Carlos Alberto Rombolá ha realizado el trabajo titulado *“Eventración diafragmática. Efectos de la plicatura diafragmática por mini-toracotomía vídeo-asistida sobre la función respiratoria”*, para la consecución de su tesis doctoral, encontrándola apta para su defensa ante el tribunal que en su día se designe.

Madrid, 20 de septiembre del 2012

Fdo. José A. Rodríguez Montes



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGIA

Dr. Pablo Bermejo López, Profesor Ayudante Doctor de la Universidad de Castilla-La Mancha

CERTIFICA:

Que bajo su tutela y supervisión D. Carlos Alberto Rombolá ha realizado el trabajo titulado *“Eventración diafragmática. Efectos de la plicatura diafragmática por mini-toracotomía vídeo-asistida sobre la función respiratoria”*, para la consecución de su tesis doctoral, encontrándola apta para su defensa ante el tribunal que en su día se designe.

Madrid, 20 de septiembre del 2012

Fdo. Pablo Bermejo López

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer profundamente a todos aquellos que desinteresadamente han contribuido en la realización de este trabajo; sin ellos este proyecto nunca hubiera podido llegar a término:

- ✚ Al Dr. Pedro Juan Tárraga López, por su dirección y permanente estímulo durante el desarrollo de este proyecto.
- ✚ Al Prof. José Antonio Rodríguez Montes, por aceptar codirigir esta tesis.
- ✚ Al Dr. Pablo Bermejo López por su guía, principalmente relacionada con los análisis estadísticos.
- ✚ A los compañeros del Servicio de Cirugía Torácica del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete (C.H.U.A.), con quienes he compartido opiniones y decisiones en el cuidado de los pacientes.
- ✚ A los Médicos Residentes del Servicio, por su colaboración y constante incentivo científico al plantear sus inquietudes e interrogantes que obligan a una permanente actualización. Especial gratitud hacia Marta Genovés Crespo quien con responsabilidad ha tomado como de propio interés la colaboración en la recopilación de datos para el presente trabajo.
- ✚ A Doña María Isabel Rodríguez Vera, bibliotecaria del C.H.U.A. por su ayuda en las revisiones bibliográficas.
- ✚ Al Dr. Jesús Martínez-Moratalla Rovira, por sus aportes y consejos en relación a las pruebas de función respiratoria.
- ✚ A las enfermeras y todo el equipo de la Consulta de Neumología por su desinteresada y permanente predisposición para la realización de las Pruebas Funcionales Respiratorias.
- ✚ Al Servicio de Radiodiagnóstico del C.H.U.A., en la persona de Antonio Hernández Castro por su colaboración en la interpretación y mediciones de los estudios radiológicos.
- ✚ Por último, mi agradecimiento al Dr. Antonio Alix Trueba, ex jefe del Servicio de Cirugía Torácica del C.H.U.A. por su siempre amistoso consejo y quien además comenzó este capítulo realizando la primera plicatura diafragmática del Servicio.

DEDICATORIA

- ✚ A mi esposa Natalia, por su cariño y dedicación familiar.
- ✚ A mis hijos Fabrizio, Milagros y Matías, muy próximo en llegar a este mundo.
- ✚ A mis padres, Antonio e Iris, por enseñarme que la honestidad y el esfuerzo son los únicos caminos para obtener logros duraderos.
- ✚ A mis hermanos y familia por su incondicional afecto.

ÍNDICE

<u>I. INTRODUCCIÓN</u>	1
1. DEFINICIONES	2
1.1. Concepto de “eventración y parálisis diafragmática”	2
1.2. Concepto de “plicatura diafragmática”	5
1.3. Concepto de “Mini-Toracotomía Video-Asistida”	6
2. RECUERDO EMBRIOLÓGICO DEL DIAFRAGMA	10
3. RECUERDO ANATÓMICO DEL DIAFRAGMA	14
4. RECUERDO DE LA FISIOLÓGÍA DIAFRAGMÁTICA Y RESPIRATORIA EN GENERAL	20
4.1. Fases del ciclo respiratorio	21
4.2. Control de la ventilación. Regulación de la respiración	24
4.2.1. Excitación nerviosa	24
4.2.2. Excitación química	25
4.3. Difusión alveolo-capilar: membrana respiratoria	26
4.4. Mecánica respiratoria	27
4.4.1. Definición de volúmenes y capacidades pulmonares	27
4.4.2. Propiedades elásticas del Sistema Respiratorio	29
4.5. Fisiología de los músculos respiratorios	30
4.6. Propiedades estructurales de los músculos respiratorios	34
4.6.1. Tipos de fibras	35
4.6.2. Atrofia, hipertrofia y adaptación	36
4.6.3. Fatiga frente a debilidad muscular	37
4.7. Coordinación entre los distintos músculos respiratorios	38
5. EXPLORACIÓN CON TÉCNICAS DE IMAGEN DEL DIAFRAGMA	39
5.1. Radiografía de tórax	39
5.2. Tomografía Computarizada (TC)	43
5.3. Resonancia Magnética (RM)	48
5.4. Ecografía o ultrasonido	48
6. EXPLORACIÓN FUNCIONAL DEL DIAFRAGMA Y DE LA MECÁNICA RESPIRATORIA	50
6.1. Espirometría y patrón ventilatorio. Medida de volúmenes pulmonares dinámicos	51
6.1.1. Tipos de espirometría	52
6.1.2. Indicaciones de la espirometría	54
6.1.3. Contraindicaciones de la espirometría	55
6.1.4. Complicaciones	55
6.1.5. Recomendaciones previas a la espirometría	56

6.1.6. Limitaciones.....	56
6.1.7. Errores más frecuentes.....	56
6.1.8. Tipos de espirómetros.....	57
6.1.9. Material necesario.....	57
6.1.10. Técnica para una correcta espirometría.....	57
6.1.11. Interpretación básica de la espirometría.....	58
6.1.12. Test de broncodilatación.....	60
6.2. Dilución de gases inertes y pletismografía. Medida de los volúmenes pulmonares estáticos y de las resistencias de la vía aérea.....	61
6.3. Pruebas para valorar la fuerza muscular respiratoria. PIM y PEM. Presión transdiafragmática.....	62
6.3.1. Presiones en boca. PIM y PEM.....	62
6.3.2. Presión transdiafragmática.....	64
6.4. Pruebas útiles para valorar el control de la ventilación.....	65
6.4.1. Gasometría arterial.....	65
6.4.2. Determinación de la presión de oclusión.....	66
6.4.3. Estímulo de los centros y vías nerviosas relacionadas con la ventilación.....	67
6.5. Pruebas útiles para valorar la transmisión del estímulo. Electromiografía diafragmática.....	71
6.5.1. Electromiografía diafragmática.....	71
7. LA EVENTRACIÓN DIAFRAGMÁTICA.....	71
7.1. Historia.....	72
7.2. Etiología.....	73
7.3. Fisiopatología.....	74
7.4. Epidemiología.....	76
7.5. Diagnóstico.....	78
7.5.1. Clínica.....	78
7.5.2. Estudios complementarios.....	79
7.6. Pronóstico y tratamiento.....	81
7.6.1. Tratamiento médico.....	82
7.6.2. Tratamiento quirúrgico.....	83
7.6.3. Marcapasos respiratorio.....	85
7.7. Eventración diafragmática en pacientes pediátricos.....	86
II. OBJETIVOS.....	90
1. OBJETIVO PRINCIPAL.....	91
2. OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	91
3. JUSTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE LA EVENTRACIÓN DEL DIAFRAGMA Y DE LA PLICATURA.....	92

III. METODOLOGÍA.....	94
1. MÉTODO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	95
2. MARCO DEMOGRÁFICO. ESCENARIO DEL PRESENTE TRABAJO.....	97
2.1. Análisis de los recursos sanitarios de Castilla – La Mancha.....	97
2.2. Principales características del Servicio de Cirugía Torácica del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete (C.H.U.A.).....	99
2.2.1. Actividad científica y académica relacionada con la eventración y la plicatura diafragmáticas en el Servicio de Cirugía Torácica del C.H.U.A.....	100
3. MÉTODOS DE BÚSQUEDA Y GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA.....	101
3.1. Revisión sistemática.....	102
4. PERÍODO DEL ESTUDIO.....	104
5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	105
5.1. Criterios generales.....	105
5.2. Criterios exclusivos para la "Revisión Tardía".....	105
6. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	105
6.1. Criterios generales.....	105
6.2. Criterios exclusivos para la "Revisión Tardía".....	106
7. PREOPERATORIO, PERIOPERATORIO Y PLAN DE SEGUIMIENTO.....	106
7.1. Estudios complementarios preoperatorios.....	106
7.2. Técnica quirúrgica.....	107
7.3. Postoperatorio inmediato.....	109
7.4. Seguimiento.....	109
8. RECOPIACIÓN DE VARIABLES RETROSPECTIVAS.....	112
8.1. Epidemiológicas.....	112
8.2. Síntomas respiratorios preoperatorios y del seguimiento.....	112
8.3. Otros síntomas no respiratorios del preoperatorio y del seguimiento....	113
8.4. Pruebas de función respiratoria preoperatorias y del seguimiento.....	113
8.5. Otros estudios complementarios y de Imagen.....	113
8.6. Perioperatorio y técnica quirúrgica.....	114
9. REVISIÓN TARDÍA.....	114
10. VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS RADIOLÓGICOS.....	115
11. ENCUESTA A LOS SERVICIOS ESPAÑOLES DE CIRUGÍA TORÁCICA.....	118
12. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	118

IV. RESULTADOS.....	122
1. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA BIBLIOGRAFÍA.....	123
2. VARIABLES EPIDEMIOLÓGICAS Y PERI-OPERATORIAS DE LOS PACIENTES OPERADOS DE PLICATURA DEL DIAFRAGMA.....	128
3. RESULTADOS DE LAS VARIABLES CLÍNICAS Y ESPIROMÉTRICAS.....	134
3.1. Valores descriptivos.....	134
3.1.1. Variables cualitativas (clínica).....	134
3.1.2. Variables cuantitativas (espirometría).....	135
3.2. Valores analíticos.....	137
3.2.1. Variables pre-operatorio vs. post-operatorio a los 3 meses.....	137
3.2.2. Variables a los 3 meses vs. 6 y 12 meses post – operatorios.....	140
3.2.3. Diferencia de variables del pre y post operatorio, estratificando según una variable de referencia.....	144
4. REVISIÓN TARDÍA. EFECTOS ESPIROMÉTRICOS Y CLÍNICOS DE LA PLICATURA DIAFRAGMÁTICA A LARGO PLAZO (seguimiento superior a 30 meses).....	150
4.1. Cambios epidemiológicos de los pacientes incluidos en la Revisión Tardía.....	150
4.1.1. Antecedentes patológicos añadidos durante el seguimiento.....	151
4.2. Variables categóricas.....	151
4.3. Variables cuantitativas.....	153
4.3.1. Valores descriptivos.....	153
4.3.2. Comparación del preoperatorio vs Revisión Tardía.....	156
4.3.3. Comparación de los 6 meses vs Revisión Tardía.....	158
4.4. Cuestionario sobre el grado de conformidad con la operación.....	160
5. EFECTOS RADIOLÓGICOS DE LA PLICATURA DEL DIAFRAGMA Y SU CORRELACIÓN CON LOS CAMBIOS CLÍNICOS Y ESPIROMÉTRICOS.....	165
5.1. Valores descriptivos.....	165
5.2. Comparación de las medias.....	166
5.3. Comparación del nivel de mejora estratificando por otras variables.....	167
5.3.1. Nivel de mejora radiológico estratificado por variables preoperatorias.....	167
5.3.2. Nivel de mejora radiológico estratificado por las variables del Postoperatorio.....	169
6. ENCUESTA A LOS SERVICIOS ESPAÑOLES DE CIRUGÍA TORÁCICA.....	171

V. <u>DISCUSIÓN</u>	177
1. Definiciones. Conceptos.....	178
2. Grado de difusión e indicación de la plicatura del diafragma por mini-toracotomía video-asistida en adultos.....	179
3. Características epidemiológicas y diagnóstico de los pacientes adultos con eventración unilateral diafragmática en nuestro medio.....	182
4. Tratamientos. Técnica quirúrgica.....	187
5. Cambios clínicos postoperatorios tras la plicatura del diafragma.....	194
6. Cambios funcionales respiratorios tras la plicatura del diafragma.....	197
7. Cambios radiológicos tras la plicatura diafragmática.....	200
8. Seguridad de la plicatura diafragmática efectuada por mini-toracotomía video-asistida.....	202
9. Limitaciones del estudio.....	203
VI. <u>CONCLUSIONES</u>	205
VII. <u>RESUMEN</u>	208
VIII. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	215
IX. <u>ANEXOS</u>	226

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1. DEFINICIONES

Algunos de los términos empleados en este trabajo, incluyendo aquellos que componen el propio título, tienen poca difusión en la comunidad científica general, principalmente debido a su relativa infrecuencia en la práctica médica. Así mismo, como se comprobará más adelante, aún dentro del vocabulario especializado, dichos términos son empleados de manera heterogénea, demostrando cierta disparidad de criterios evidentes en la bibliografía.

Esta falta de consenso en la nomenclatura, puede ser fuente de errores de interpretación, por lo que creemos conveniente fijar algunos conceptos basados en la literatura médica que emplearemos durante el desarrollo de esta tesis doctoral.

1.1. Concepto de “eventración y parálisis diafragmática”:

Se define “*eventración diafragmática*” como la elevación anormal y permanente de una parte o de todo el diafragma sin presentar defectos de continuidad. (Figura 1) 1-3

Mouroux y col. añaden que no deben existir alteraciones en las inserciones del diafragma, en los orificios naturales ni la interrupción de los planos pleurales o peritoneales.⁴

Otras definiciones establecen⁵⁻⁸:

- Elevación de la cúpula del diafragma, habitualmente resultado de parálisis de un nervio frénico.
- Anormal elevación de parte del diafragma debido a malformación congénita (pero sin verdadera herniación).

- Pérdida de la tonicidad del diafragma que se deja rechazar hacia la cavidad torácica por el empuje de las vísceras abdominales, simulando una hernia diafragmática.

Sin embargo, los términos “eventración” y “parálisis” siempre han ocasionado confusión y motivo de discusión.⁴

De acuerdo con la mayoría de los autores, en nuestro grupo consideramos que las eventraciones diafragmáticas pueden ser clasificadas en congénitas y adquiridas, según su origen. Las formas adquiridas (mucho más frecuentes en adultos) se deben fundamentalmente a lesiones del nervio frénico y por esto también se las denomina “*parálisis diafragmáticas*”.^{1,9,10}



Fig. 1: Radiografía de tórax. Eventración diafragmática idiopática. Par radiológico que corresponde a un paciente de nuestra serie con eventración diafragmática idiopática. Observe la compresión ejercida sobre ambos pulmones y el desplazamiento mediastínico ocasionado por la elevación del hemidiafragma izquierdo. Tomada del archivo de fotografías de pacientes operados por el autor de esta Tesis.

Al margen de esta discusión, la patología cuenta con una amplia sinonimia en la literatura, lo cual evidencia además cierta disparidad de criterios y controversia.^{11,12}

Elevación o relajación diafragmática, insuficiencia diafragmática, enfermedad de Petit, aplasia muscular neurógena del diafragma, megafrenia, megadiafragma y atrofia diafragmática, son algunas de las denominaciones que pueden encontrarse en la literatura científica para referirse a esta misma patología.¹¹

La “elevación diafragmática”, por ejemplo, parece un término poco preciso y hace referencia a un mero signo clínico o radiológico que puede estar relacionado con otras causas supra o infradiafragmáticas.¹¹

Como tema aparte de controversia, se podría replantear incluso la correcta utilización del término “eventración” ya que más frecuentemente se emplea para mencionar a las hernias incisionales.

Este término, que etimológicamente proviene del latín (“*Eventratio*”: destripado. “*e*”: fuera + “*venter*”: vientre), es definido en algunos diccionarios médicos como la protrusión de los intestinos a través de la cavidad abdominal o hernia de vísceras abdominales a nivel de una cicatriz quirúrgica o traumática.⁵⁻

8

Más específicamente, en libros de patología quirúrgica, las eventraciones se definen como aquellas protrusiones viscerales, envueltas en un saco de peritoneo parietal, que se establecen a través de una zona de menor presión de la pared abdominal, como una herida quirúrgica abdominal recientemente cicatrizada.¹³ Principalmente obedecen a una tensión excesiva y cicatrización inadecuada de una incisión previa.¹⁴ Hasta ahora, poco tiene en común este significado con el de la eventración diafragmática... Sin embargo, en términos precisos, también se puede definir a la “eventración” como la protrusión del contenido peritoneal más allá de los límites del abdomen. Aunque claramente inapropiado, el término “eventración diafragmática” ha llegado a ser de uso común en la literatura médica.¹¹

Para finalizar con estas disquisiciones semánticas del tema que nos ocupa, es importante zanjar una diferencia definitiva con el término “hernia diafragmática”, que tratándose de una patología más frecuente que la eventración, suele ser confundida con esta.

La palabra “*hernia*” (del latín: *rotura*), indica la protrusión anómala de un órgano o tejido a través de un defecto presente en alguna de las paredes circundantes.¹⁴

Dicho en otras palabras, se puede definir como el prolapso anormal de un órgano o de otra estructura corporal a través de un orificio natural en una cubierta, membrana, músculo o hueso.⁵⁻⁸

Conceptualmente, una hernia abdominal (por ejemplo) es la protrusión total o parcial de una víscera a través de un orificio de la pared abdominal. Presenta dos componentes esenciales: orificio herniario y saco.^{13,15}

Las llamadas “hernias diafragmáticas” presentan un orificio o solución de continuidad en el diafragma o en su fijación, por donde transitan las vísceras abdominales. En algunas ocasiones pueden carecer de saco (por ejemplo las hernias congénitas de Bochdaleck o las hernias traumáticas o rupturas diafragmáticas)^{2,9,16}

Para concluir, en el presente trabajo, expondremos conjuntamente las eventraciones congénitas y adquiridas bajo la denominación común de **“eventración diafragmática”** por ser la más difundida en la literatura científica. Así mismo añadiremos el rótulo de **“congénita”** o **“adquirida”** (o también **“parálisis diafragmática”** para esta última) cuando sea oportuno.¹

1.2. Concepto de “plicatura diafragmática”:

En medicina, el término “plicatura”, hace referencia a cualquier operación consistente en el plegamiento, acortamiento o disminución del tamaño de un músculo o de un órgano hueco.¹⁷

Más específicamente, se puede definir como una técnica quirúrgica consistente en la formación de pliegues con el fin de reducir el volumen, aumentar su tensión o engrosar un tejido u órgano.¹ Se puede añadir a esta definición la posibilidad de corregir la localización de cierto tejido, en este caso del diafragma. (Figuras 2 y 3)

Su aplicación al diafragma se debe a Morrison (1923), quien fue el primero en realizar esta técnica para el tratamiento de una eventración diafragmática usando como abordaje una toracotomía.¹

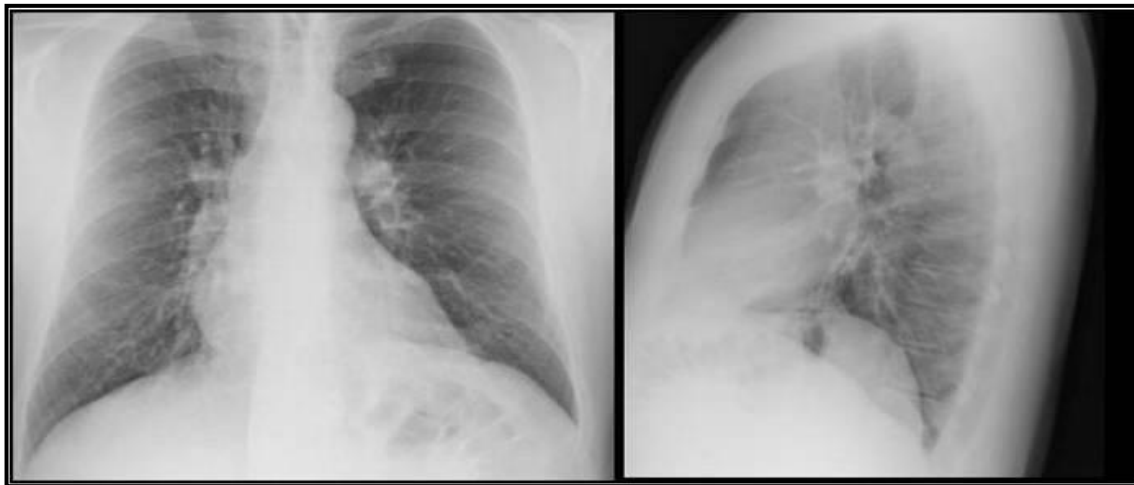


Fig. 2: Radiografía de tórax. Postoperatorio de plicatura diafragmática. Par radiológico que corresponde al mismo paciente de nuestra serie mostrado en la Figura 1, durante una revisión al sexto mes postoperatorio. Observe la restitución de la anatomía lograda con la plicatura. Tomada del archivo de fotografías de pacientes operados por el autor de esta Tesis.

1.3. Concepto de “mini-toracotomía video-asistida”:

Junto al actual auge de la lobectomía con técnicas de “mini-invasividad” para el cáncer pulmonar, se reabrió una discusión en torno a las distintas nomenclaturas utilizadas para referirse a estas técnicas. Hasta hace algunos años, en forma genérica, se llamaba “VATS” a la cirugía torácica asistida por videotoracoscopia. Sin embargo, actualmente se busca un consenso para definir con mayor exactitud los distintos tipos de cirugías torácicas mini-invasivas e identificar sus límites.

A pesar del esfuerzo de algunos autores, no hay un claro acuerdo, y en la bibliografía se continúa citando estos mismos términos de manera heterogénea.

Según Azorín y col., la “mini-toracotomía video-asistida” es un tipo de abordaje incluido en las llamadas “*vías de abordaje mini-invasivas al tórax*”.

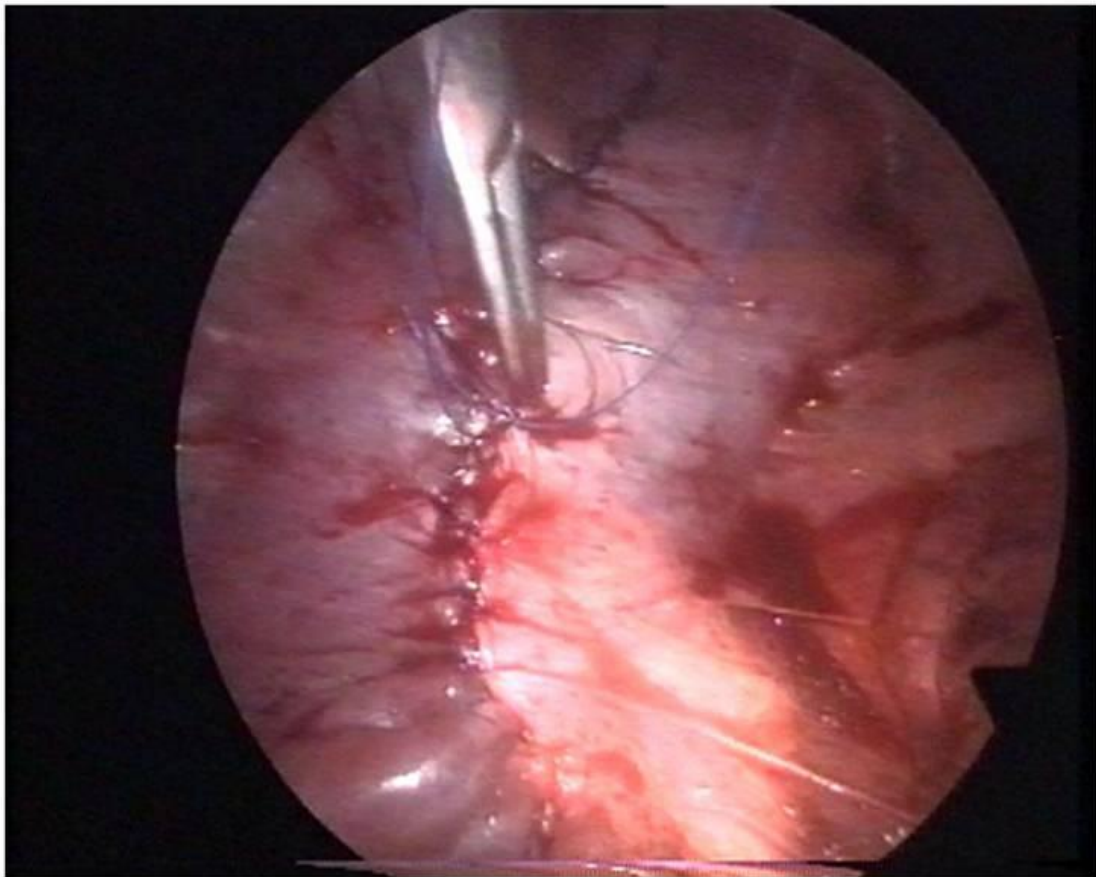


Fig. 3: Imagen toracoscópica de una plicatura diafragmática. Imagen de una toracoscopia efectuada por nuestro equipo para el tratamiento de una eventración diafragmática. Observe la tensión lograda del hemidiafragma tras finalizar los cuatro planos de suturas invaginantes (en el centro de la imagen). Tomada del archivo de fotografías de pacientes operados por el autor de esta Tesis.

Estas representan un nuevo acceso al tórax y reúnen ciertos puntos en común que las diferencian de las toracotomías o esternotomías convencionales: están destinadas a disminuir la agresión quirúrgica, la morbilidad, el dolor postoperatorio, las secuelas estéticas y el detrimento de la función respiratoria. Nunca deben suponer un incremento del riesgo quirúrgico ni sacrificar los resultados finales de la cirugía en aras de la mini-invasión.¹⁸

Dentro de este grupo también se encuentran: la toracoscopia directa, la videotoracoscopia pura y la cirugía asistida con robótica.¹⁸

La **mini-toracotomía video-asistida** se realiza bajo anestesia general con intubación orotraqueal selectiva permitiendo el bloqueo del pulmón deseado. La toracotomía debe ser de 3 a 7 cm de longitud, asistida por la visión de un videotoracoscopio introducido a través de un trócar.¹⁸ (Figura 3)

Sin embargo, ciertas publicaciones recientes en lengua inglesa, hacen una distinción en los abordajes que prescinden del separador intercostal cuya visión es principalmente por el monitor de vídeo; designadas con exclusividad “VATS” o “*video-assisted thoracic surgery*”. Aquellos que requieren un separador intercostal y cuya visión es mixta (por el monitor de vídeo y a través de la misma incisión quirúrgica) son llamadas “*mini-thoracotomy with video assistance*”.¹⁹ Incluso, insisten que el uso del separador intercostal marcaría un tipo de abordaje intermedio entre aquellos invasivos y los rigurosamente mini-invasivos.^{19,20} (Figuras 4 y 5)

Este criterio se fundamenta en que el dolor postoperatorio de las toracotomías (tanto el agudo como el crónico) no depende sólo de la longitud de las mismas, sino, principalmente, de la lesión de los nervios intercostales comprimidos con el separador intercostal y la técnica de cierre.^{18,19,21}

Sin embargo, la definición exacta de “VATS” permanece controvertida, y muchos autores la citan en sus publicaciones con distintos criterios.²⁰

Con el objeto de unificar estos criterios, Rocco y col. realizaron en el año 2007, una encuesta a través de la “European Society of Thoracic Surgeons” sobre la interpretación de los términos relacionados con la cirugía mínimamente invasiva para resecciones pulmonares mayores. La mayoría relativa de los encuestados prefirieron utilizar el término “VATS” para designar los procedimientos mini-invasivos utilizados en las resecciones pulmonares. Las respuestas más prevalentes indicaron que la utilización de separador intercostal (45% de los encuestados) y la visualización directa por la mini-toracotomía (55% de las respuestas) excluirían al procedimiento de la denominación “VATS”.²⁰

Salta a la vista en el trabajo de Rocco y col. la falta de consenso para definir estos términos, donde caben además otros puntos en cuestión como la

longitud de la herida cutánea de la toracotomía a nivel intercostal y el número de trócares utilizados, por ejemplo.¹⁸⁻²⁰

Como la mayoría de los pacientes del presente trabajo han sido operados por nuestro equipo a través de una mini-toracotomía (entre 3 y 7 centímetros) con separación intercostal y visión mixta (a través de la toracotomía y del monitor de vídeo) hemos decidido abandonar el nombre de VATS (aún utilizado por la mayoría de los autores con técnicas similares a la nuestra) para evitar errores de interpretación. En su lugar, hemos adoptado el de **“mini-toracotomía video-asistida”**, utilizado por Azorín y col. con un sentido más general, que comprende tanto aquellos casos en los que debimos separar las costillas por razones técnicas y los que pudimos evitarlo.



Fig. 4: Imagen de un abordaje VATS para plicatura diafragmática. Imagen de una “video-assisted thoracic surgery” (VATS) efectuada por nuestro equipo para el tratamiento de una eventración diafragmática. Observe la ausencia del separador intercostal y la presencia de puntos tractores para separar los planos musculares (de color negro) y la sutura del diafragma (de color azul). En el extremo ínfero-izquierdo de la imagen se observa el trócar por donde se introduce el toracoscopio. Tomada del archivo de fotografías de pacientes operados por el autor de esta Tesis.

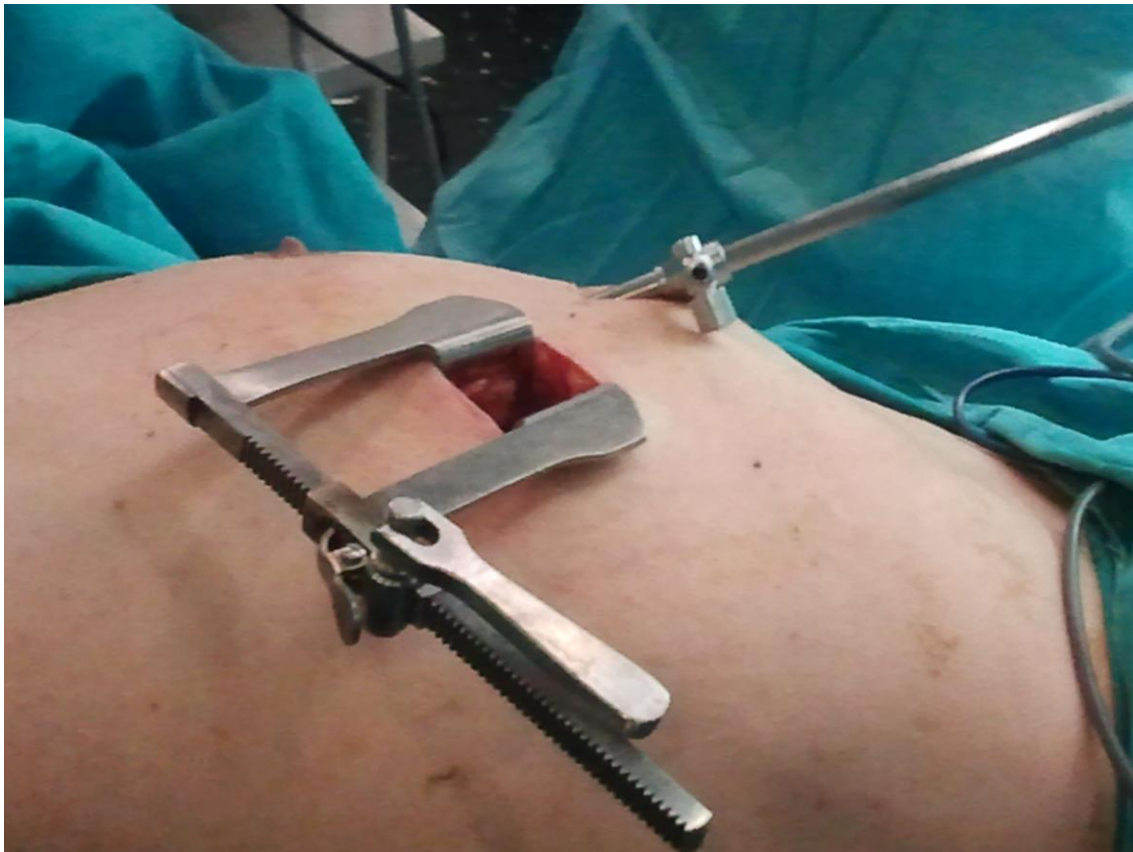


Fig. 5: Imagen de un abordaje por mini-toracotomía video-asistida para una plicatura diafragmática. Imagen de una mini-toracotomía video-asistida utilizando el separador intercostal de Finochietto con palas de 3 cm. Se observa además un trócar metálico de 7,5 mm por donde se introduce la óptica del videotoracoscopio. Tomada del archivo de fotografías de pacientes operados por el autor de esta Tesis.

2. RECUERDO EMBRIOLÓGICO DEL DIAFRAGMA

El diafragma es el mayor músculo de la respiración y la estructura músculo-tendinosa que separa la cavidad peritoneal del mediastino y ambas cavidades pleurales. Su desarrollo embriológico es importante para entender su anatomía, fisiología y patología.²²

En su constitución intervienen cuatro precursores embriológicos: el *septum transversum* de His (ventral e impar), el mesenterio dorsal del esófago, las membranas pleuroperitoneales o pilares de Uskow (laterales y pares) y la pared torácica.^{11,22,23} (Figura 6)

El *septum transversum* es una protrusión de tejido mesenquimático, originada ventralmente, que ocupa la cavidad celómica en el embrión de tres semanas. De los cuatro precursores es el que contribuye en mayor proporción a la formación del diafragma.²⁴

En su crecimiento, dorsal y caudal, va separando las cavidades pericárdica y peritoneal. En su desarrollo, se convierte en el tendón central, fundiéndose con las otras tres estructuras dorsales ya mencionadas, para formar el diafragma.^{11,22,24}

El mesenterio dorsal del esófago contiene además, la aorta y la vena cava inferior. Madura para convertirse en la porción medial y posterior del diafragma. Los pilares aparecen, cuando durante el desarrollo, los mioblastos migran dentro de este mesenterio.¹¹

El centro fibroso del diafragma se completa en la séptima semana, con el desarrollo de los pliegues pleuroperitoneales derecho e izquierdo, que emergen dorsalmente y crecen hacia delante y al centro. Estos se fusionan con el tendón central, alcanzando su posición normal a las ocho semanas de gestación, momento en que se cierra la comunicación entre las cavidades. El canal pleuro-peritoneal derecho se cierra algo antes que el izquierdo, cuando el hígado asume su posición definitiva; en cambio, del lado izquierdo, la fusión aparece luego de la migración del intestino primitivo de la cavidad torácica a la abdominal.

Con la fusión de las cuatro partes, se separan definitivamente ambas cavidades. Luego del cierre de los canales pleuroperitoneales, las cavidades pleurales aumentan a medida que se desarrollan los pulmones y horadan hacia la pared corporal, la que aporta durante el tercer mes de gestación el componente costal del diafragma. Se transfieren músculos torácicos al diafragma formando los pilares.¹¹ Finalmente, desde la pared torácica migran células musculares que proveen en su mayoría de tejido muscular funcional.²²

Este proceso es también llamado “proceso de colonización mioblástica del diafragma”.¹¹

Durante el desarrollo embrionario (derivado del crecimiento desigual entre la porción dorsal y la ventral del embrión) se produce un “descenso del diafragma”. Hacia la cuarta semana de gestación, el *septum transversum* se encuentra adyacente a los segmentos dorsales cervicales, a la sexta semana se encuentra a nivel de los somitas torácicos y al final de la octava semana se localiza en la primera vértebra lumbar.²⁴

Siguiendo este mismo mecanismo de descenso, los nervios frénicos derecho e izquierdo, principales nervios motores y sensitivos diafragmáticos (y que emergen desde el tercer, cuarto y quinto nervios cervicales), migran caudalmente junto al diafragma.^{22,24}

Con el descenso posterior del *septum transversum*, se sitúan sobre el pericardio fibroso, por lo que en el adulto, llegan al diafragma pasando por esta estructura, tras haber recorrido un trayecto de aproximadamente 30 cm desde su inicio.²⁴

Como la parte más periférica del diafragma deriva del mesénquima de la pared corporal, se acepta que algunos de los nervios intercostales más inferiores aportan fibras sensitivas a esta porción.²⁴

Los defectos congénitos del diafragma son el resultado de fallos en la fusión o desarrollo de los distintos componentes embriológicos.^{10,16}

La eventración congénita del diafragma, por ejemplo, es consecuencia de una deficiente “musculación” o migración de tejido muscular.²²

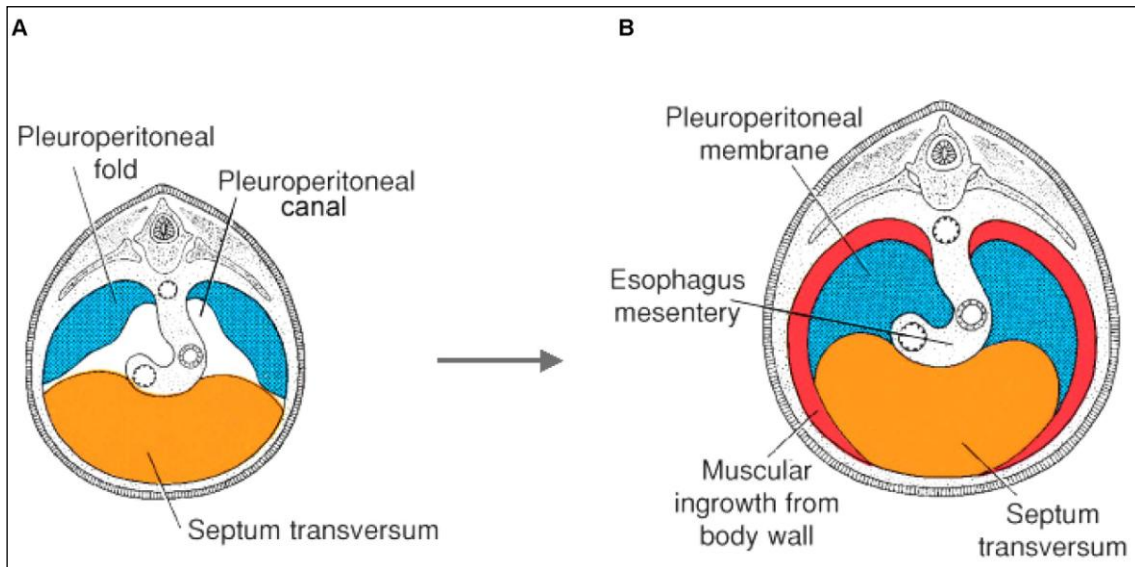


Fig. 6: Morfogénesis del diafragma. Descripción de los orígenes del diafragma humano. Imagen a las 5 semanas (A) y a los 4 meses (B) de gestación. Tomada de: Fisher JC and Bodenstein L. Computer simulation analysis of normal and abnormal development of the mammalian diaphragm. *Theoretical Biology and Medical Modelling* 2006 **3**:9 doi:10.1186/1742-4682-3-9.²³

Así pues, defectos en la unión del *septum transversum* dan lugar a alteraciones en la formación del tendón central del diafragma, y por lo tanto a las hernias pericárdicas.¹⁶

La hernia de Morgagni puede originarse en un fallo de la fusión de las membranas pleuro-peritoneales a la pared torácica en posición paraesternal.^{10,15,16} (Figura 7)

Hay distintas teorías del origen de las hernias de Bochdalek. Algunos sugieren que se deben a un fallo en la fusión del triángulo lumbocostal (espacio triangular formado por la zona de unión de los grupos musculares dorsales y laterales). Otros postulan que se relaciona con un fallo en el desarrollo de los brotes pulmonares, que al no llegar al espacio pleural en desarrollo, no contribuye al cierre normal de la comunicación.¹¹

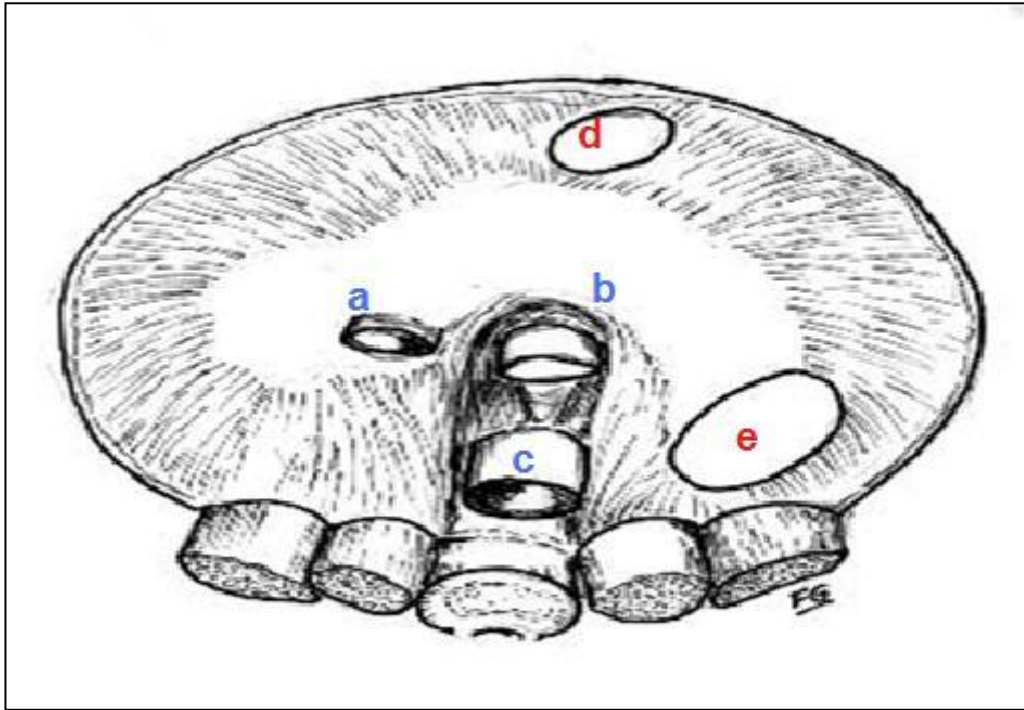


Fig. 7: Desarrollo del diafragma. Se evidencian los hiatos diafragmáticos verdaderos (señalados con letras en azul) y los orificios por donde protruyen las hernias congénitas más frecuentes (señalados con letras de color rojo). **a:** Hiato de la vena cava inferior. **b:** hiato esofágico. **c:** Aorta descendente. **d:** Orificio de la hernia de Morgagni. **e:** Orificio de la hernia de Bochdalek. Tomada de Collia E. *Diafragma.Cirugía Digestiva*, F. Galindo, www.sacd.org.ar, 2009; II-295, pág. 1-15.

3. RECUERDO ANATÓMICO DEL DIAFRAGMA

El diafragma constituye la pared inferior del tórax. Es un músculo delgado y aplanado que separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal, distinguiéndose dos partes: una central y tendinosa conocida como centro frénico y otra muscular periférica.²⁵

El diafragma humano tiene un peso aproximado de 280 g. El área del tendón central supone aproximadamente el 15% del área total del diafragma, siendo el diámetro transversal un 60% más largo que el anteroposterior, lo que concuerda con la forma transeccional del tórax humano.²⁶

Para muchos autores, su forma recuerda a una cúpula o bóveda.^{24,25} (Figura 8) Sin embargo, describirlo simplemente como una cúpula puede conducir a cierto grado de inexactitud, ya que puede interpretarse como una estructura que va elevándose en forma equidistante desde la periferia hacia el punto central. De

una manera más exacta, se puede describir su forma como una estructura elíptica con dos cúpulas laterales y una meseta central.²⁷

Es por esto, que el diafragma puede dividirse en dos “hemidiafragmas” (derecho e izquierdo). La cúpula diafragmática derecha se encuentra a la altura del quinto cartílago costal anterior, mientras que la izquierda es más baja, a la altura del sexto o séptimo cartílago. Esta diferencia de altura entre ambas cúpulas es atribuida al efecto del hígado sobre el hemidiafragma derecho, al que parece elevar, y del corazón sobre el izquierdo al que parece descender.²⁴

El centro frénico o porción tendinosa es el centro de inserción de casi la totalidad de las fibras musculares diafragmáticas que se disponen en forma irradiada hasta la pared torácica, por lo que al contraerse provocan un descenso del musculo que se traduce fisiológicamente en la inspiración. Este tendón central tiene dos partes laterales y otra central (con forma que típicamente recuerda a un trébol).²²

Según Harrison y col., equivalen a las dos cúpulas laterales y la meseta central.²⁷

La cara torácica del diafragma está recubierta por la pleura parietal, mientras que la cara abdominal por peritoneo.²⁴

Las inserciones del diafragma se fijan principalmente en el perímetro esquelético inferior del tórax. Este plano es oblicuo en relación a los planos axiales del tronco, teniendo el xifoides y los cartílagos costales una posición más cefálica que las últimas vértebras dorsales y primeras lumbares.²⁷ Es por esto, que el diafragma adopta una disposición oblicua y descendente de delante hacia atrás.^{24,27}

Las inserciones de la porción muscular o periférica del diafragma se agrupan en cuatro estructuras principales: el esternón, las costillas, los ligamentos arcuatos medio y lateral y las vértebras lumbares.²⁴

La porción esternal del diafragma es fijada a través de dos bandas de fibras musculares en la parte posterior del apéndice xifoides.

Las fijaciones costales se disponen en las últimas seis costillas y cartílagos costales mediante fibras que se entrecruzan con las fibras del músculo transverso del abdomen.

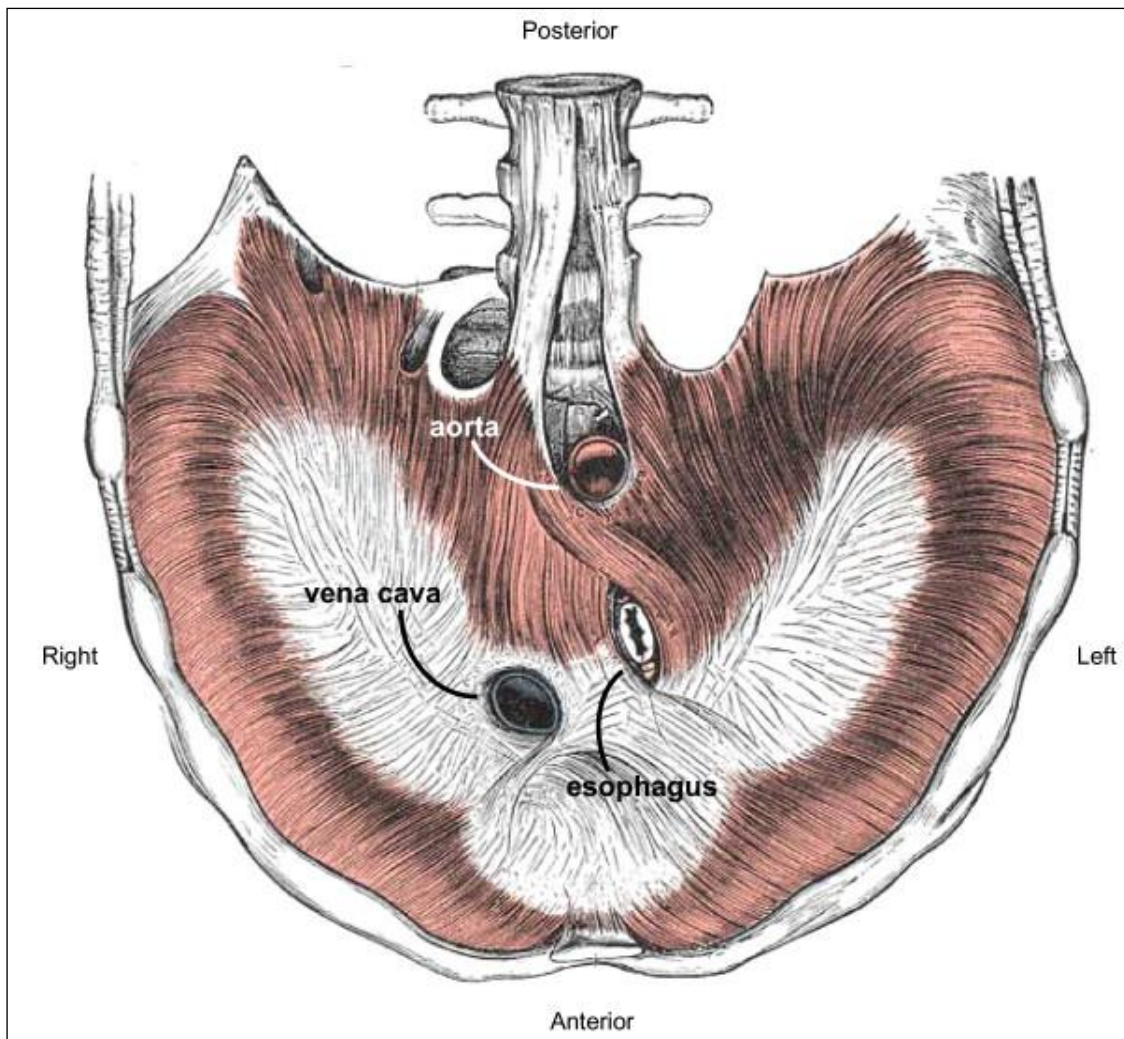


Fig. 8: Anatomía del diafragma. Esquema del diafragma visto por su cara abdominal. Tomada de: Fisher JC and Bodenstein L. Computer simulation analysis of normal and abnormal development of the mammalian diaphragm. Theoretical Biology and Medical Modelling 2006 3:9 doi:10.1186/1742-4682-3-9.²³

El ligamento arcuato medio, o arco costo-lumbar interno, va desde la cara lateral del cuerpo vertebral hasta la apófisis transversa de la misma y se trata de un engrosamiento de la aponeurosis del músculo psoas. El arco costo-lumbar externo o ligamento arcuato lateral va desde la apófisis transversa de la duodécima vértebra dorsal hasta la duodécima costilla, a través del músculo cuadrado lumbar.²⁸

La porción vertebral o crural del diafragma se compone por gruesas fibras que trascurren desde las primeras vértebras lumbares conformando los pilares diafragmáticos (derecho e izquierdo) y los arcos costo-lumbares (internos y externos). Los pilares se entrecruzan con el ligamento longitudinal

anterior de la columna y se insertan en la cara anterior de los cuerpos y discos intervertebrales lumbares.

El pilar derecho es más ancho, largo y se origina en las tres primeras vértebras lumbares. Es el que más contribuye para la formación de los hiatos aórtico y esofágico. Ascende para unirse al izquierdo y formar ambos hiatos. El pilar izquierdo se origina en las dos primeras vértebras lumbares.^{15,24,28}

Existen tres verdaderos hiatos diafragmáticos. Estos orificios naturales, permiten el paso de estructuras entre el abdomen y el tórax^{22,24} (Figuras 7 y 8).

- El hiato de la vena cava inferior se encuentra situado en la porción derecha del centro frénico, a nivel de las vértebras dorsales VIII y IX. Junto a la vena cava inferior, transcurren por este hiato algunas ramas del nervio frénico derecho y nervios linfáticos. Durante la inspiración, la contracción diafragmática aumenta el diámetro hiatal y facilita el retorno venoso.
- El hiato aórtico está situado anteriormente a los cuerpos vertebrales y posteriormente al hiato esofágico. Por su interior, transcurren acompañando a la aorta, el conducto torácico, vasos linfáticos y la vena ácigos.
- El hiato esofágico, por donde transcurren el esófago, los nervios neumogástricos, las ramas simpáticas, los ganglios linfáticos y vasos arteriales y venosos esofágicos. El esófago desciende al abdomen rodeado de las fibras musculares del pilar diafragmático derecho en la mayoría de los casos y del derecho e izquierdo menos frecuentemente. Este hiato tiene forma elíptica, se localiza aproximadamente a nivel de la X vértebra dorsal, a la izquierda de la línea media y anterior al hiato aórtico. Constituye un verdadero orificio en la porción muscular del diafragma. En la mayoría de los individuos, lo forma exclusivamente el pilar derecho, mientras que en un mínimo porcentaje de los casos contribuye también el izquierdo.

Existen otros orificios naturales del diafragma, aunque mucho menos importantes que los previamente comentados. El pilar izquierdo forma un pequeño orificio por donde trascurren los nervios esplácnicos izquierdos mayor y menor y la vena hemiaácigos. Al pilar derecho lo atraviesa el nervio esplácnico

derecho mayor y menor. A través de los forámenes paraesternales transcurren los vasos mamarios internos y a través de los arcos costolumbares internos las cadenas simpático paravertebrales.

En algunas personas además hay un número variable de orificios diafragmáticos de localización posterior y más frecuentemente en el hemidiafragma derecho, también llamados orificios de Kohn.²⁴

La innervación motora del diafragma es realizada por los nervios frénicos derecho e izquierdo. La motoneurona frénica proviene esencialmente de la cuarta raíz del plexo cervical profundo (C4), y más raramente de las raíces de C3 y C5 (ramas accesorias e inconstantes).

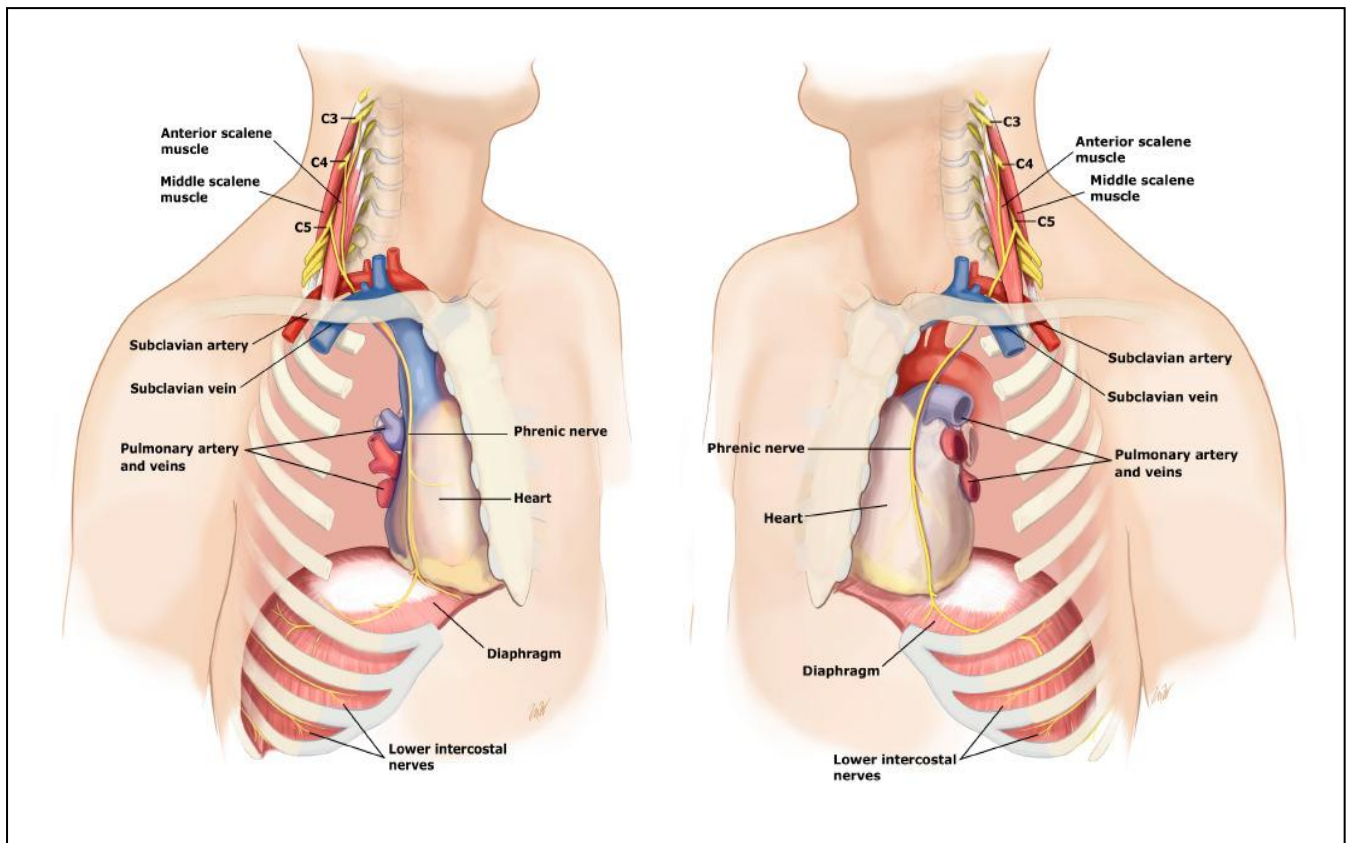


Fig. 9: Trayecto cérvico-torácico del nervio frénico. Tomada de Williams, M. "Recognition and management of diaphragmatic injury in adults".

<http://www.uptodate.com/contents/recognition-and-management-of-diaphragmatic-injury-in-adults?vi> 2011²⁹

Descienden en el cuello, por dentro de la aponeurosis anterior del escaleno anterior y penetran al mediastino anterior pasando por detrás del extremo interno de la clavícula, entre la arteria y la vena subclavia. Siguen su trayecto por dentro de la arteria mamaria interna, donde reciben la irrigación de

la arteria pericardiofrénica y algunos ramos nerviosos del simpático que los acompañarán en su recorrido. El derecho, desciende por la cara externa del tronco venoso braquiocefálico derecho y luego siguiendo la vena cava superior. El izquierdo, cruza por delante del cayado aórtico.

Ambos nervios frénicos continúan su descenso en el mediastino anterior entre la pleura y el pericardio pasando por delante del hilio pulmonar hasta su arribo al diafragma.³⁰ (Figuras 9 y 10)

Algunos autores postulan la presencia de un nervio frénico accesorio hasta en un 30% de los casos.⁹

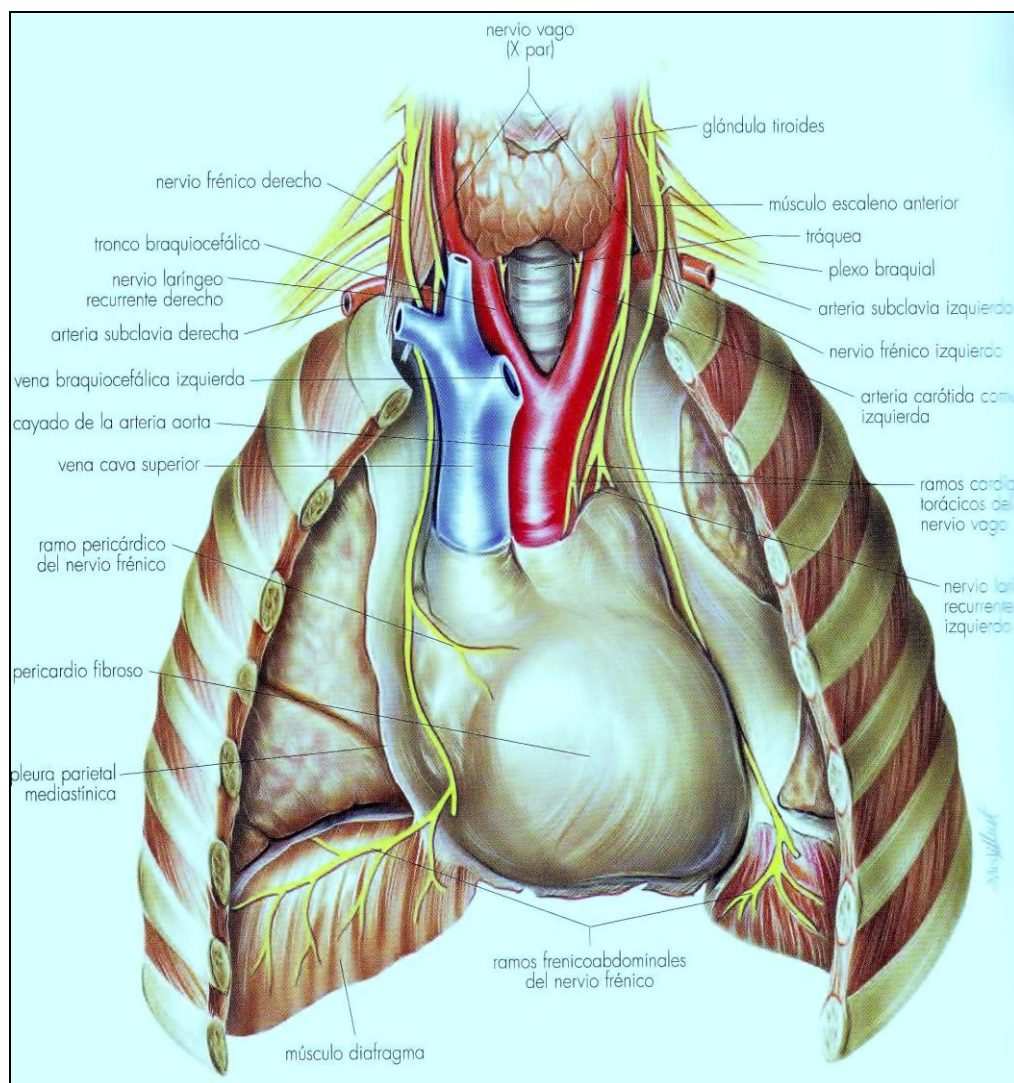


Fig. 10: Disposición anatómica del nervio frénico. Tomada de Pereira Rodríguez JA. *Atlas de Anatomía Humana*. Barcelona. Grupo Ars XXI de Comunicación, S.L. 2009. Pág. 582³¹

El sitio de penetración del nervio frénico en el hemidiafragma derecho es algo anterior y lateral al hiato de la vena cava inferior y en el izquierdo justo en

el margen donde la hoja izquierda del pericardio contacta con el centro frénico. A pocos centímetros de penetrar el diafragma, ambos nervios se dividen en troncos anteriores y posteriores; que a su vez dan ramos que inervan el resto del diafragma dispuestos de forma más o menos paralela a la silueta del centro frénico. Esto es importante en las incisiones sobre el diafragma para evitar la lesión del nervio. Se aconseja efectuar éstas en forma radiada o circunferenciales paralelos al borde del centro frénico, a pocos centímetros de la pared torácica.²²

Tanto la circulación arterial como la venosa se localizan principalmente en la parte inferior del diafragma.

La irrigación arterial depende directamente de la aorta o de sus ramas.

La principal irrigación proviene de las arterias diafragmáticas inferiores derecha e izquierda que son ramas de la aorta abdominal. También recibe flujo de arterias intercostales inferiores y de las arterias musculofrénica y la pericardiofrénica (ramas de la arteria mamaria interna).

El drenaje venoso es más variable, confluyendo en el sistema de las venas cava inferior, ácigos o hemiácigos y venas suprahepáticas.^{22,24}

4. RECUERDO DE LA FISIOLÓGÍA DIAFRAGMÁTICA Y RESPIRATORIA EN GENERAL

El sistema respiratorio tiene como función principal intercambiar los gases respiratorios, tomando oxígeno del exterior y eliminando el exceso de CO₂. El intercambio se produce en una gran superficie alveolar, pero el aire tiene que ser conducido y extraído de esta zona a través de un sistema conductor: las vías aéreas. Las vías aéreas superiores comienzan en la orofaringe y se continúan con la laringe hasta llegar al borde inferior del cartílago cricoides. Este tramo de la vía aérea tiene la función de conducir, purificar, calentar y al mismo tiempo humidificar el aire en su paso hacia la tráquea, donde empiezan las vías aéreas inferiores (o el árbol pulmonar propiamente dicho).^{32,33}

Sin embargo, un adecuado intercambio de gases no depende sólo del transporte del aire hacia y desde los pulmones. Es necesario el correcto funcionamiento de todos y cada uno de los siguientes mecanismos³³:

- Ventilación alveolar.
- Difusión alveolocapilar.
- Perfusión capilar.
- Relación ventilación / perfusión.

Debido a la estrecha relación de la ventilación alveolar con la función diafragmática, tema que principalmente nos ocupa en esta Tesis, desarrollaremos con mayor detenimiento el primero de estos cuatro mecanismos.

La ventilación es el mecanismo por el que se introduce aire fresco en el pulmón durante la inspiración, lo que se consigue por la expansión de la caja torácica. Durante este proceso, cobra fundamental importancia la acción de los músculos respiratorios, especialmente del diafragma.

El aire inspirado es transportado al interior del pulmón donde se mezcla con el aire alveolar residente y participa en el intercambio gaseoso. Para poder movilizar el aire dentro y fuera de los pulmones se necesita un “motor”, que está constituido por el grupo de músculos respiratorios principales y accesorios.³²

4.1. Fases del ciclo respiratorio:

La respiración consta de dos tiempos: la inspiración y la espiración que ocurren como resultado de los cambios en la presión intrapulmonar.

Durante la fase inspiratoria, se produce la contracción del diafragma provocando su descenso (debido a la disposición de sus fibras musculares) y como consecuencia, la negativización de la cavidad pleural. Esta mayor negatividad se transmitirá al parénquima pulmonar y al alveolo, generando una diferencia con la presión en la boca y en la nariz, que permitirán la entrada de aire.^{34,35}

Los músculos intercostales externos empujan las costillas hacia arriba y contribuyen en menor medida a este mecanismo. El aire penetra por la vía aérea y es conducida hacia los pulmones.³⁶

En individuos jóvenes y sanos, el principal músculo inspiratorio durante el reposo es el diafragma. Otros músculos que participan normalmente en la génesis de una mayor negativización de la presión pleural son los intercostales externos y los paraesternales (que forman parte de los intercostales internos). Sin embargo, cuando las cargas aumentan o el diafragma no funciona correctamente, estos 2 últimos grupos musculares y algunos otros más (p. ej. el esternocleidomastoideo o los escalenos) participan activa y progresivamente en la respiración.³⁴

Cuando los pulmones están en reposo, la presión pulmonar es igual a la atmosférica.³⁶

En cambio, durante la fase espiratoria, la propia relajación de los músculos inspiratorios provocará una menor negatividad de la presión pleural. Dado que el parénquima pulmonar sigue constituyendo un elemento de resistencia a la transmisión de dicha presión, la presión en el alveolo será ligeramente positiva respecto de la atmosférica, y se producirá la salida de aire al exterior. Cuando existe un aumento de las cargas, como sucede en determinadas enfermedades o en el ejercicio, la espiración puede necesitar de un esfuerzo adicional. En estos casos, participan los llamados músculos espiratorios, que con su contracción en esta parte del ciclo generan una presión alveolar más positiva. Los principales músculos que cumplen esta función son los de la prensa abdominal (recto, oblicuo mayor, oblicuo menor y transversos) y los intercostales internos (con excepción de los ya citados músculos paraesternales).³⁴

Teniendo presente este mecanismo, se pueden definir los dos principales procesos que componen un ciclo respiratorio:

Inspiración: proceso activo consecuente a la contracción de los músculos diafragma, intercostales externos, serrato mayor y esternocleidomastoideo (estos tres últimos también llamados músculos respiratorios accesorios).

Espiración: proceso pasivo causado por el retroceso elástico de los pulmones y de las estructuras de la caja torácica (fundamentalmente los músculos intercostales internos y abdominales). (Figura 11)

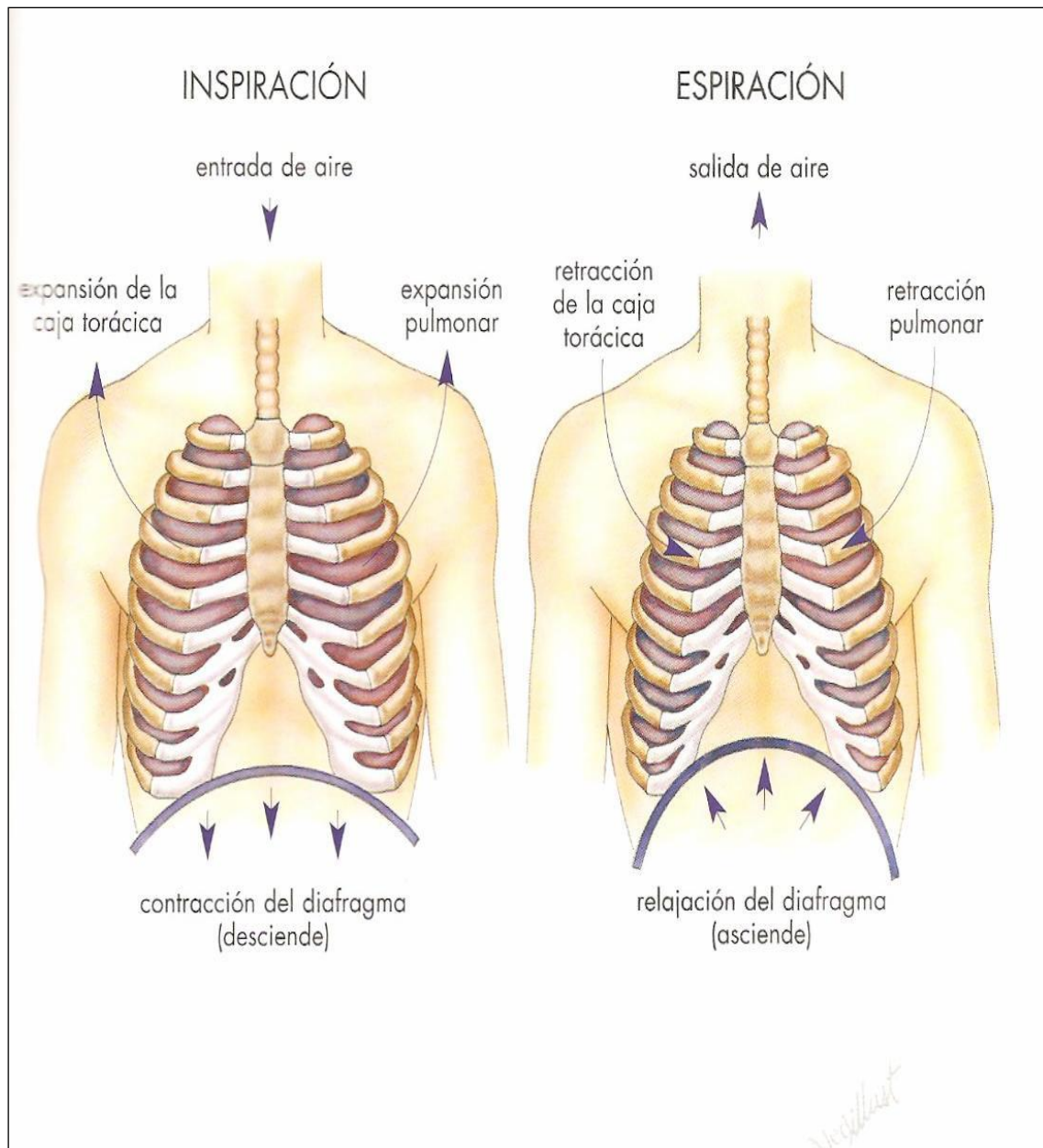


Fig. 11: Movimientos respiratorios. Tomado de Alameda IZ, Alcaraz F, Aranguren T, Bandera M, Berrocal G, Castellón Molina A. (VV.AA). "EPOC"; Grupo Editorial Ars XXI, Barcelona, 2008, pág. 35.³⁷

4.2. Control de la ventilación. Regulación de la respiración:

La ventilación puede definirse como el cambio de volumen que se produce en los pulmones con cada movimiento respiratorio. En esta actividad mecánica, que se lleva a cabo de forma automática y aparentemente sencilla, participan numerosos componentes integrados en un sistema complejo, cuyo funcionamiento armónico es el que permite que el producto final (la respiración) satisfaga las demandas del organismo en cada momento.³⁸

El diafragma es el músculo respiratorio más relevante en la función ventilatoria y ésta depende de la integridad tanto del centro respiratorio como de los nervios frénicos.³⁹

Se puede afirmar que la ventilación es la consecuencia última del impulso generado en los centros neurológicos respiratorios, transmitido por eferencias neuronales y modulado por aferencias químicas y sensoriales, así como por órdenes recibidas desde la corteza cerebral.³⁸

Para resumir este complejo mecanismo de regulación, podemos decir que el control de la ventilación es llevada a cabo principalmente por un centro respiratorio situado a nivel bulbar y funciona automáticamente por una doble excitación (nerviosa y química). Este, a su vez, puede ser regulado por los centros superiores corticales.³⁶ (Figura 12)

4.2.1. Excitación nerviosa:

Se compone de dos mecanismos de excitación nerviosa:

- Involuntaria: depende del reflejo neumo-vagal de Hering-Breuer, mediante el cual la distensión alveolar provoca la espiración y el colapso alveolar provoca la inspiración.

Además de estos receptores llamados “de estiramiento”, se han descrito otros sensibles a la inflamación (receptores “J”) y a la irritación de la vía aérea por tóxicos que del mismo modo que los anteriores, aumentarían la acción inspiratoria.⁴⁰

La vía aferente la constituyen los nervios vago, glossofaríngeo, trigémino, laríngeo superior y los sensitivos cutáneos y viscerales.

La vía eferente la forman los nervios frénicos, espinales respiratorios y laríngeo inferior. El simpático es broncodilatador.

- Voluntaria: depende de la corteza cerebral y de las fibras córtico-bulbares y córtico-espinales.

4.2.2. Excitación química:

Es regulada por las variaciones de tensión del oxígeno y del dióxido de carbono en la sangre. Depende de la actividad de una serie de receptores en contacto con el torrente sanguíneo: los quimiorreceptores periféricos (aórticos y de la bifurcación carotídea) y los centrales (próximos al centro respiratorio). Los primeros responden a cambios en el pH arterial, PaO_2 y PaCO_2 ; y los segundos solo a cambios en el pH y la PaCO_2 .³³

Un contenido alto en dióxido de carbono disminuye el pH sanguíneo y excita el centro respiratorio, provocando una respiración más rápida y profunda. Por el contrario, un contenido bajo de dióxido de carbono aumenta el pH sanguíneo y deprime el centro respiratorio, provocando una respiración menos frecuente y menos profunda.⁴⁰

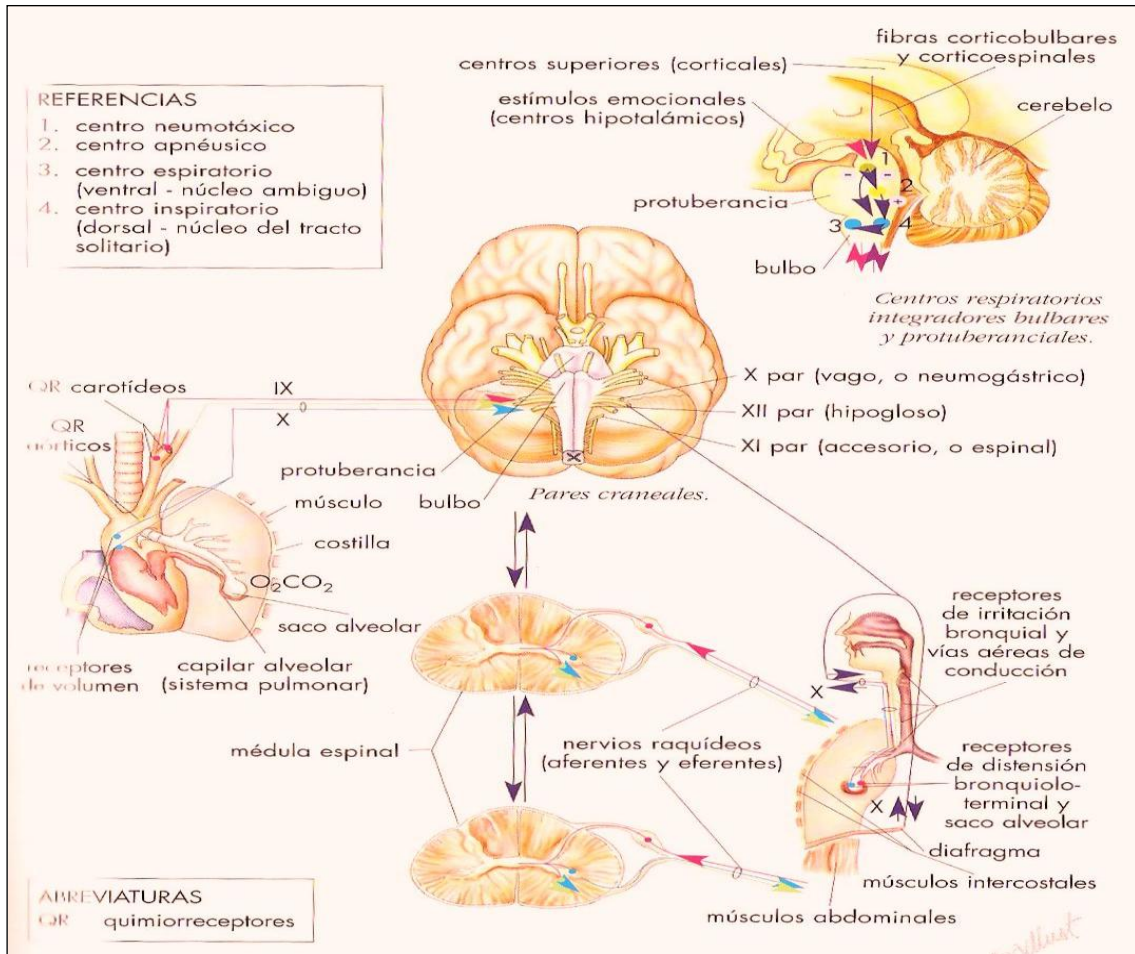


Fig. 12: Regulación respiratoria. Tomado de Alameda IZ, Alcaraz F, Aranguren T, Bandera M, Berrocal G, Castellón Molina A. (VV.AA). "EPOC"; Grupo Editorial Ars XXI, Barcelona, 2008, pág. 35³⁷

4.3. Difusión alveolo-capilar: membrana respiratoria

La membrana respiratoria está formada por las siguientes capas:

- Una fase líquida que recubre el alveolo. Esta contiene un agente tensoactivo conocido como "surfactante". El surfactante es un complejo lipoproteico que proporciona un decremento de la tensión superficial, reduciendo así la resistencia al estiramiento de la pared pulmonar; previniendo además el colapso alveolar.
- Epitelio alveolar. Este se conforma principalmente por los neumocitos tipo I y II que componen la pared o septo interalveolar. Los primeros se

caracterizan microscópicamente por tener un núcleo arrinconado en el extremo, mientras que los segundos son menos abundantes y presentan un cuerpo laminar en su interior y vellosidades en su superficie, siendo las células productoras de surfactante.

- Membrana basal alveolar.
- Espacio intersticial entre la membrana basal y la membrana capilar.
- Membrana basal capilar.
- Endotelio capilar

4.4. Mecánica respiratoria

El intercambio pulmonar de gases se consigue gracias a la acción de los músculos respiratorios, que provocan la expansión y compresión cíclica de la caja torácica.

Fisiológicamente, el pulmón y la caja torácica se interrelacionan a través del espacio pleural, lugar con una mínima cantidad de líquido y presión sub-atmosférica que permite transmitir al pulmón la acción inspiratoria de los músculos respiratorios.

Tal como ya se ha mencionado previamente, la expansión de la cavidad torácica disminuye la presión pleural, haciendo la presión alveolar inferior a la de la boca, por lo que el aire entra en los alvéolos. Lo contrario ocurre durante la espiración.

La mecánica respiratoria comprende el estudio de las fuerzas que regulan los movimientos del pulmón y la caja torácica y su relación con los volúmenes y los flujos. Depende de unas propiedades estáticas, que regulan las relaciones entre presión y volumen, y otras dinámicas que lo hacen con las relaciones presión y flujo.³⁵

4.4.1. Definición de volúmenes y capacidades pulmonares (Figura 13)

A continuación se detallan los principales volúmenes y capacidades respiratorias³⁶:

- Volumen normal o corriente (**VC**): es la cantidad de aire que entra o sale del pulmón en cada respiración normal; equivale a unos 500 ml.

- Volumen de reserva inspiratoria (**VRI**): corresponde al máximo volumen inspirado a partir del volumen corriente; fluctúa entre 1500-2000 ml.
- Volumen de reserva espiratorio (**VRE**): es la cantidad de aire de una espiración forzada tras terminar la espiración normal; equivale a unos 1500 ml.
- Volumen residual (**VR**): es la cantidad de aire que queda en los pulmones tras espiración máxima; equivale a unos 1000 ml.
- Espacio muerto (**EM**): es la cantidad de aire que queda en las vías respiratorias sin llegar a las zonas de intercambio gaseoso; representa unos 150 ml.

El VC varía con el grado de actividad, aumentando o disminuyendo a expensas de VRI o VRE de forma que, la suma de los tres permanece inalterada.

- Capacidad vital (**CV**): el volumen espirado desde la Capacidad Pulmonar Total hasta VR o también la suma de VC + VRI + VRE.
- Capacidad pulmonar total (**CPT** o también del inglés: **TLC** – “Total Lung Capacity”): es la suma de CV + VR.
- Capacidad funcional residual (**CFR**): El volumen pulmonar al final de una espiración tranquila o VRE + VR.
- Capacidad inspiratoria (**CI**): Si inspiramos hasta el máximo desde CFR tenemos la capacidad inspiratoria.

Para medir el volumen de aire que un sujeto es capaz de coger o echar a través de la boca se puede utilizar un espirómetro, que mide directamente dicho volumen, u obtenerlo por integración de la señal del flujo recibida de un neumotacógrafo. Otros volúmenes pulmonares que incluyen el gas que se queda dentro del tórax (CFR, CPT, VR) se miden mediante pletismografía o con las técnicas de dilución de gases inertes.³⁵

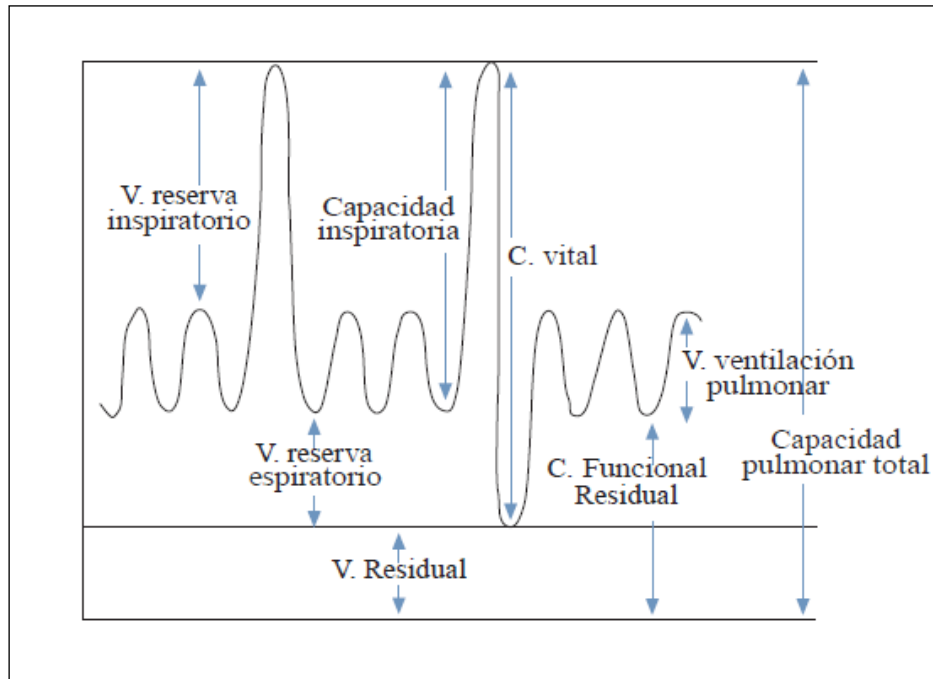


Fig. 13: Capacidades y volúmenes pulmonares. Se representa la respiración de un sujeto inicialmente con unos ciclos de respiración regular normal, seguido de inspiración y espiración máxima. Tomado de Rodríguez Nieto MJ, Peces-Barba Romero G, González Mangado N. "Mecánica respiratoria y sus alteraciones".³⁵

Se entiende por "ventilación minuto" (V_{\min}) a la cantidad de aire que entra en los pulmones cada minuto. Equivale al volumen corriente multiplicado por la frecuencia respiratoria (f).

$$V_{\min} = VC \times f$$

La ventilación minuto debe ajustarse a las necesidades metabólicas del organismo a través de un complejo sistema de "Control de la Ventilación" (que será descrito más adelante).⁴⁰

4.4.2. Propiedades elásticas del Sistema Respiratorio:

El pulmón es un órgano elástico, cuya tendencia natural es a estar retraído, mientras que la caja torácica es un conjunto osteomuscular, cuya tendencia natural es hacia su expansión máxima, buscando la posición de la Capacidad Pulmonar Total. Ambos logran una posición de equilibrio en un momento intermedio del ciclo respiratorio, al final de una espiración no forzada:

en la Capacidad Funcional Residual. La CFR representa, por tanto, el punto de equilibrio entre las fuerzas elásticas de ambos componentes del sistema.^{35,41} Como consecuencia, cualquier alteración en la pared torácica o en la elasticidad pulmonar puede modificar el valor de la CFR. A modo de ejemplo, puede disminuir la CFR en la posición supina debido al descenso de las vísceras abdominales y puede incrementarse ante una disminución de la elasticidad pulmonar secundaria una fibrosis pulmonar.⁴¹

4.5. Fisiología de los músculos respiratorios

La función principal de los músculos respiratorios es la de movilizar un volumen de aire que sirva para aportar oxígeno a los diferentes tejidos tras un intercambio gaseoso apropiado.

Para dicha función existe un equilibrio y una interdependencia entre los diversos músculos respiratorios, los cuales funcionan coordinadamente, tanto en situaciones de normalidad como en situaciones de estrés.

Es por tanto esta función de bomba ventilatoria la que va a condicionar la estructura, anatomía, adaptación e interrelación de los diferentes grupos musculares. (Tabla I)

Músculos principales de la inspiración

M. diafragma	Eleva las costillas inferiores	Aumento del diámetro longitudinal del tórax y descenso de las cúpulas diafragmáticas
M. intercostales externos	Elevan las costillas	Aumento de los diámetros anteroposterior y transversal de tórax
M. intercartilaginosos o paraesternales	Elevan las costillas	Aumento de los diámetros anteroposterior y transversal de tórax

Músculos accesorios de la inspiración

M. esternocleidomastoideo	Eleva el esternón
M. escalenos	Elevan y fijan las costillas superiores

Músculos dilatadores de la faringe

M. geniogloso	Dilata la faringe	Estabiliza la vía aérea superior durante la inspiración
M. genihioideo	Dilata la faringe	Estabiliza la vía aérea superior durante la inspiración
M. esternohioideo	Dilata la faringe	Estabiliza la vía aérea superior durante la inspiración
M. esternotiroideo	Dilata la faringe	Estabiliza la vía aérea superior durante la inspiración
M. tirohioideo	Dilata la faringe	Estabiliza la vía aérea superior durante la inspiración

Músculos espiratorios

M. intercostales internos	Espiración activa
M. oblicuos abdominales externo e interno	Espiración activa
M. transverso del abdomen	Espiración activa
M. recto del abdomen	Espiración activa

Tabla 1: Musculatura respiratoria. Tomado de: Rubí M, Maimó A. Estructura y función del aparato respiratorio.³³

El músculo respiratorio más importante de esta “bomba ventilatoria” es el diafragma, el cual condiciona su correcto funcionamiento.²⁶ Por lo tanto, toda entidad patológica que repercuta en la función del diafragma puede comportar disminución de la expansión del tórax, hipoventilación y aparición de hipoxemia e hipercapnia.⁴⁰

Desde el punto de vista anatómico-fisiológico, el diafragma comprende tres partes: la anterolateral o costal, la posterior o crural y el tendón central. Este último es una estructura inelástica que sirve de origen a las fibras musculares con su vértice situado en el esternón con forma bilobulada, y con dos cúpulas una en cada lado. Esta distribución anatómica confiere una especial disposición y curvatura a dicho tendón, que se relaciona claramente con los mecanismos de respiración.²⁶

La parte costal tiene sus fibras orientadas radialmente desde el tendón central hasta la apófisis xifoides y las costillas. La longitud de las fibras estará condicionada por la forma -curvatura- del tendón central.

La parte crural del diafragma tiene una forma compleja, estando sus fibras orientadas radialmente, desde el tendón central hacia los ligamentos arcuatos o arqueados (mediales y laterales) y en las primeras vértebras lumbares. Las fibras del diafragma configuran a la altura del hiato esofágico una parte del esfínter esofágico inferior.²⁶

Tal como se ha mencionado antes, cuando el diafragma se contrae, debido al acortamiento de sus fibras, produce un descenso relativo de la cúpula diafragmática respecto a sus inserciones costales. Este aumento de tensión es aplicado principalmente sobre el tendón central. Este movimiento diafragmático se asemeja al de un pistón y es el principal responsable del desplazamiento del volumen realizado por el diafragma durante la inspiración.²⁶

Para los humanos, se ha calculado el acortamiento del diafragma en un 8% durante la respiración a volumen corriente y que el 65-70% de este volumen depende de dicho acortamiento. Esta proporción varía en otras especies animales, así pues, en los perros el diafragma es responsable únicamente del 50% del volumen movilizado durante la respiración a volumen corriente.²⁶ Estas diferencias pueden explicarse debido a la bipedestación y a la menor resistencia que oponen las vísceras abdominales a los movimientos respiratorios al adoptar esta posición.

Los músculos más importantes que actúan sobre la caja torácica son los intercostales. Se trata de músculos que se posicionan en dos finos planos de fibras musculares, ocupando los espacios intercostales y denominándose externos o internos en función de su relación con la superficie torácica.

Los intercostales externos presentan sus fibras orientadas oblicuamente y caudalmente hacia adelante desde la costilla superior a la inferior. Junto a la unión condrocostal estos músculos son reemplazados por una aponeurosis fibrosa. Los intercostales internos tienen unas fibras que van oblicuamente en dirección caudal y posteriormente desde la costilla superior a la inferior. Por lo tanto, los espacios intercostales contienen dos capas de fibras lateralmente que van formando ángulos rectos cada una respecto a la otra. Ambos músculos están inervados por los nervios intercostales.²⁶

La acción de los músculos intercostales ha sido motivo de controversia. Se acepta la importante contribución de los intercostales internos (paraesternales) en la inspiración, habiéndose demostrado su activación de manera invariable durante la inspiración, siendo su acción como agonistas de la inspiración. Se conoce que los humanos no pueden respirar sin contraer dichos paraesternales incluso cuando respiran con el diafragma principalmente. En estudios animales se observa que la estimulación selectiva de dichos músculos eleva las costillas con incrementos significativos en el volumen pulmonar. La acción de estos músculos, así como los músculos del cuello, esternocleidomastoideo y triangular esternal tienen una acción en la movilización de volumen de manera más evidente en situaciones de estrés o fatiga muscular.²⁶

Los músculos abdominales (principalmente los que forman la pared ventrolateral del abdomen) poseen un papel importante en la respiración. Estos tienen su función y longitud óptimas a niveles altos de volumen pulmonar (ceranos a la Capacidad Pulmonar Total). Actúan tanto en la inspiración como en la espiración, aunque tradicionalmente son considerados como “músculos espiratorios”.

Su contracción aumenta la presión abdominal produciendo un movimiento hacia arriba del diafragma con descenso del volumen pulmonar, lo que significa una acción espiratoria.²⁶

La función inspiratoria de los músculos abdominales se manifiesta contribuyendo a una mayor eficacia de la acción del diafragma como “pistón”, forzando al mismo a desplazarse cráneo-caudalmente y evitando la transmisión de su fuerza en sentido transversal. Por esta acción se los podría considerar

también como “músculos inspiratorios accesorios”.

La espiración, a diferencia de la inspiración, es un proceso pasivo y depende de las propiedades elásticas del sistema respiratorio. De los músculos abdominales es el músculo transverso el primero en activarse. Este mismo es considerado por algunos el músculo “antagonista” del diafragma.

En determinadas situaciones, como es el ejercicio, este proceso se puede convertir en un proceso activo con el fin de acortar la espiración y aumentar la ventilación final.²⁶

4.6. Propiedades estructurales de los músculos respiratorios

Todos músculos respiratorios, incluido el diafragma, son considerados “músculos esqueléticos” desde un punto de vista embriológico, morfológico y funcional.

Todos los músculos esqueléticos tienen como objetivo generar fuerza, pero sin embargo, los respiratorios presentan algunas diferencias significativas respecto al resto.

En primer lugar, están diseñados para funcionar de una manera continua sin interrupciones, situación que no se da en el resto de los músculos esqueléticos.

Otra diferencia significativa es su atípica situación funcional de reposo que estará influenciada por diversas fuerzas que funcionan de una manera dinámica, como son las fuerzas generadas por el pulmón y la caja torácica.²⁶

Estas características harán que los músculos respiratorios deban ser resistentes a la fatiga, ya que deberán permanecer trabajando de manera ininterrumpida. Deben ser músculos con una alta capacidad oxidativa y alta densidad capilar como para mantener un alto flujo si la situación funcional lo hace necesario.

Lo mismo que otros músculos esqueléticos las fibras musculares se componen de diferentes tipos de proteínas contráctiles, las miosinas, que según su actividad miosín- ATPasa determinará su funcionamiento como fibras rápidas o lentas. La molécula de miosina consta de dos cadenas pesadas y dos

ligeras que, junto con la actividad de la ATPasa, determinarán las características funcionales de la fibra.

4.6.1. Tipos de fibras:

Si bien existen varias clasificaciones de las fibras musculares esqueléticas, las clasificaremos en este trabajo como rápidas, lentas e intermedias.²⁶

4.6.1.a. Fibras rápidas: La mayor parte de las fibras de los músculos esqueléticos pertenecen al grupo de las llamadas fibras rápidas, porque poseen la característica de contraerse en 0,01 segundos tras la estimulación. Son fibras largas que en su diámetro contienen miofibrillas de manera densa, gran cantidad de reservas de glucógeno y relativamente pocas mitocondrias. La tensión producida es directamente proporcional al número de sarcómeros, siendo los músculos que presentan predominio de estas fibras capaces de producir contracciones potentes. Sin embargo, son fibras que se fatigan con rapidez. Utilizan una cantidad importante de ATP en sus contracciones, por lo que durante una actividad prolongada, pasan a depender del metabolismo anaeróbico. Como hemos comentado previamente, se pueden denominar de diferentes formas: “fibras musculares blancas” o “fibras glicolíticas rápidas” o “fibras II_a”.

4.6.1.b. Fibras lentas:

Son de aproximadamente la mitad del tamaño que las fibras rápidas y tardan tres veces más en contraerse tras ser estimuladas. La función de estas fibras es mantener contracciones prolongadas. Poseen una extensa red de capilares con capacidad de un mayor aporte de oxígeno. Estas fibras contienen una mayor proporción de mioglobina (proteína ligada estructuralmente a la hemoglobina). Tanto la hemoglobina como la mioglobina son pigmentos rojizos con capacidad de unirse de manera reversible al oxígeno.

Esta presencia de mioglobina hace que estas fibras puedan manejar reservas importantes de oxígeno durante las contracciones musculares. La combinación de la presencia de mioglobina y una alta proporción de capilares, hace que estas fibras también sean denominadas: “fibras

musculares rojas”, “fibras oxidativas lentas” o “fibras tipo I”, siendo éstas menos dependientes del metabolismo anaeróbico. Parte de la producción de energía en la mitocondria procede de los depósitos de lípidos más que los del glucógeno.

4.6.1.c. Fibras intermedias:

Las propiedades de las fibras intermedias se asemejan en apariencia más a las fibras rápidas, ya que contienen poca cantidad de mioglobina. Sí poseen una proporción alta de capilares, lo que hace sean más resistentes a la fatiga. Se denominan “fibras rápidas oxidativas” o “fibras II_b”.

Es importante reseñar que la proporción de los diferentes tipos de fibras puede cambiar. Así, en músculos sometidos a repetidos períodos de contracción hace que las fibras rápidas puedan adoptar la apariencia de intermedias.

El porcentaje de las diferentes fibras puede variar en los diferentes músculos. Este porcentaje está determinado genéticamente y puede ser modificada en función de la acción encomendada al músculo, y de la especie.

Así, los mamíferos de pequeño tamaño que habitualmente presentan altas frecuencias respiratorias presentarán una proporción alta de fibras de contracción rápida (por ejemplo, el hámster tiene una proporción de fibras rápidas en el diafragma superior al 80%). Por el contrario, otras especies con menor frecuencia respiratoria y menor actividad metabólica presentan una mayor proporción de fibras de contracción lenta. Así pues, el diafragma humano tiene en solo un 45% de fibras rápidas y el equino solo un 20%.²⁶

Otros factores como la nutrición, edad, entrenamiento o cargas crónicas producen fenómenos de adaptación con mejoría o empeoramiento de las capacidades oxidativas en función del estímulo.

4.6.2. Atrofia, hipertrofia y adaptación²⁶:

Cuando un músculo esquelético no se estimula de manera regular pierde tono y masa. El músculo se vuelve flácido perdiendo tamaño y fuerza. Esta reducción en el tamaño, tono y potencia se denomina “atrofia”. La atrofia se puede observar en situaciones temporales como la inmovilización o el reposo prolongado. La atrofia es un fenómeno inicialmente reversible y solamente en caso de atrofias extremas la pérdida funcional es permanente, de ahí la

justificación de la terapia física o fisioterapia respiratoria precoz en pacientes con causas que produzcan inmovilización.

Todo lo contrario ocurre como resultado de una contracción exhaustiva: las fibras musculares pueden desarrollar un número mayor de mitocondrias con una mayor participación de enzimas glicolíticas y reservas de glucógeno. Estas fibras a su vez, poseen una mayor cantidad de miofibrillas con un mayor número de filamentos, tanto gruesos como delgados.

Estos cambios se denominan “hipertrofia” o agrandamiento de los músculos estimulados. El número de fibras musculares no cambia de manera significativa pero el músculo aumenta de volumen al aumentar el tamaño y el diámetro de cada una de las fibras. La hipertrofia sucede cuando un músculo ha sido repetidamente estimulado en niveles cercanos a su máxima tensión. La hipertrofia lleva consigo cambios intracelulares que aumentan la tensión cuando el músculo se contrae.

Por otra parte, desde un punto de vista fisiológico, la definición de “adaptación” de un músculo esquelético sería “la modificación de las propiedades morfológicas, metabólicas o moleculares que pueden alterar las propiedades funcionales de fibras de una unidad motora específica”.

Cada persona posee un nivel concreto de actividad física en términos de intensidad y frecuencia en que los músculos son requeridos. Los músculos respiratorios sufrirán procesos adaptativos en relación con cambios en la frecuencia e intensidad de la ventilación. Ejemplos de adaptación serían el aumento en la replicación de las unidades mitocondriales, el almacenamiento del glucógeno y capacidad oxidativa en las células musculares, un incremento del flujo sanguíneo o un cambio de la proporción de fibras lentas; todos hechos que favorecerán a la resistencia muscular durante situaciones que impliquen un mayor trabajo respiratorio en un período largo de tiempo.

En estudios histopatológicos se ha demostrado que los diafragmas de los maratonistas poseen un 90 % de fibras lentas mientras que en el grupo control esta proporción es cercana al 50%.

4.6.3. Fatiga frente a debilidad muscular

La alteración funcional de los músculos respiratorios puede manifestarse en forma de “debilidad” o “fatiga”. Se entiende por la primera, la discapacidad

para realizar un esfuerzo muscular que no desaparece tras el reposo; mientras que en el caso de la fatiga sí lo hace.⁴⁰

Ejemplos de debilidad son todas las miopatías primarias o secundarias a alteraciones neurológicas.

Por el contrario, aparece fatiga ante el aumento de la demanda de oxígeno, que puede estar condicionada por una deformación de la caja torácica (como la cifosis); la hiperinsuflación (como en la EPOC), el aumento de la resistencia de la vía aérea (como en la EPOC o asma) o ante un déficit de la perfusión diafragmática (como en estados de shock o hemorragias).⁴⁰

4.7. Coordinación entre los distintos músculos respiratorios

Tal como hemos descrito previamente (en 4.2. “Control de la ventilación. Regulación de la respiración”), la activación de los músculos respiratorios puede ser tanto automática como voluntaria, formando parte de un complejo mecanismo de regulación de cada músculo.

Pero además de su función individual, el conjunto de los músculos que se encuentran en el tórax constituyen un sistema mecánicamente muy complejo que realiza diferentes funciones coordinadas, siendo la más relevante la respiración (por ejemplo, los intercostales poseen una importante acción postural, en adición a su función respiratoria).

Otra función de los músculos respiratorios es la de contribuir en los esfuerzos expulsivos (tos, vómito y defecación) y en la emisión de la voz.⁴²

Para realizar efectivamente estas funciones los músculos que participan en la mecánica ventilatoria deben trabajar de una manera conjunta y perfectamente coordinada. La parte costal del diafragma y los músculos intercostales, por ejemplo, tienen funciones en paralelo, con lo que el acortamiento de uno de ellos consigue el acortamiento del otro grupo haciendo que la fuerza generada sea aditiva. Esta situación se ve afectada en situaciones clínicas como es la hiperinsuflación, donde la orientación de las fibras del diafragma será perpendicular a la caja torácica. Esto producirá un movimiento hacia adentro de la caja torácica cuando el diafragma se contrae, impidiendo la adición de las fuerzas de ambos músculos. La expresión clínica será el movimiento paradójico

de retracción de las costillas inferiores durante la inspiración, también conocido como signo de Hoover.²⁶

5. EXPLORACIÓN CON TÉCNICAS DE IMAGEN DEL DIAFRAGMA

5.1. Radiografía de tórax:

Antes de interpretar una radiografía de tórax, es muy importante determinar si es adecuada desde el punto de vista técnico. Entre los factores a tener en cuenta se deben valorar la penetración o intensidad del rayo, la incidencia, la posición y el grado de inspiración. La proyección más común es la Posteroanterior (**PA**) en bipedestación o más específicamente la “telerradiografía de tórax”.

Muchos fallos técnicos pueden inducir a subestimar o sobreestimar algunos signos radiológicos y conducir a importantes errores diagnósticos.⁴³

Un signo útil para confirmar una adecuada inspiración es que la proyección del hemidiafragma derecho en una radiografía PA de tórax coincida con la quinta o sexta costilla anterior. Si su proyección es más alta, se debe sospechar una pobre inspiración debida a un fallo técnico o a alguna patología propia del paciente. Si por el contrario, su proyección es más baja, se debe suponer una hiperinsuflación patológica (por ejemplo en los pacientes enfisematosos).⁴³

Una estructura es visible solo si su densidad radiológica es distinta a la de los tejidos adyacentes.⁴³

En la radiografía simple de tórax se ve el diafragma con dificultad, debido a que presenta la misma densidad radiológica que las estructuras adyacentes. Por ello no es fácil discernir entre algunas entidades patológicas como son la eventración de un hemidiafragma, las atelectasias de los lóbulos inferiores, el derrame subpulmonar, un tumor o una hernia.⁴⁴

En la radiografía PA, ambos hemidiafragmas son planos medialmente y hacia los laterales presentan un desnivel progresivo que culminará formando el

ángulo costofrénico. Habitualmente el punto de máxima curvatura es en el tercio medio.⁴³

Las cúpulas diafragmáticas tienen una forma característica, estando más elevada la zona correspondiente a su tercio más medial. (Figura 14)

En condiciones fisiológicas, el hemidiafragma derecho puede elevarse hasta 4 centímetros respecto al izquierdo en la proyección posteroanterior. En un 9 % de los casos considerados no patológicos, el hemidiafragma izquierdo es igual o más alto que el derecho; y sólo en un 2 % es más de 4 centímetros inferior que su par.⁴³

En las radiografías realizadas con el paciente en posición de bipedestación, la cámara gástrica se encuentra muy cercana a la cúpula, debiendo sospecharse un derrame subpulmonar si esta distancia es mayor de 2 cm. Este signo sólo tiene validez si se observa también en la proyección lateral. (Figuras 14 y 15)



Fig. 14: Radiografía posteroanterior de tórax. En la radiografía posteroanterior el hemidiafragma derecho suele estar más elevado. La porción más alta es su tercio más medial. La burbuja gástrica (pintada en negro) no debe separarse de la cúpula diafragmática. Tomado de Santana Medina E, Marín Esmerota J, Pérez Correa S. Radiología de tórax básica. Hospital Doctor Negrín. (2009)

Se han descrito algunos signos para distinguir el hemidiafragma izquierdo del derecho en la radiografía lateral de tórax. En la proyección lateral el hemidiafragma izquierdo se ve más elevado por su zona posterior, con la cámara gástrica situada debajo de él; en su tercio anterior hace signo de la silueta con el corazón, borrándose. El hemidiafragma derecho suele estar más elevado por detrás. Algunos signos radiológicos permiten diferenciar ambos diafragmas en las proyecciones laterales. (Figura 15)

Puesto que en estas radiografías habitualmente la incidencia del rayo entra por la derecha, el hemitórax de este lado suele estar magnificado, siendo más visible a nivel de las costillas (se verán más grandes y más posteriores). El hemidiafragma que llegue a estas costillas será el derecho.

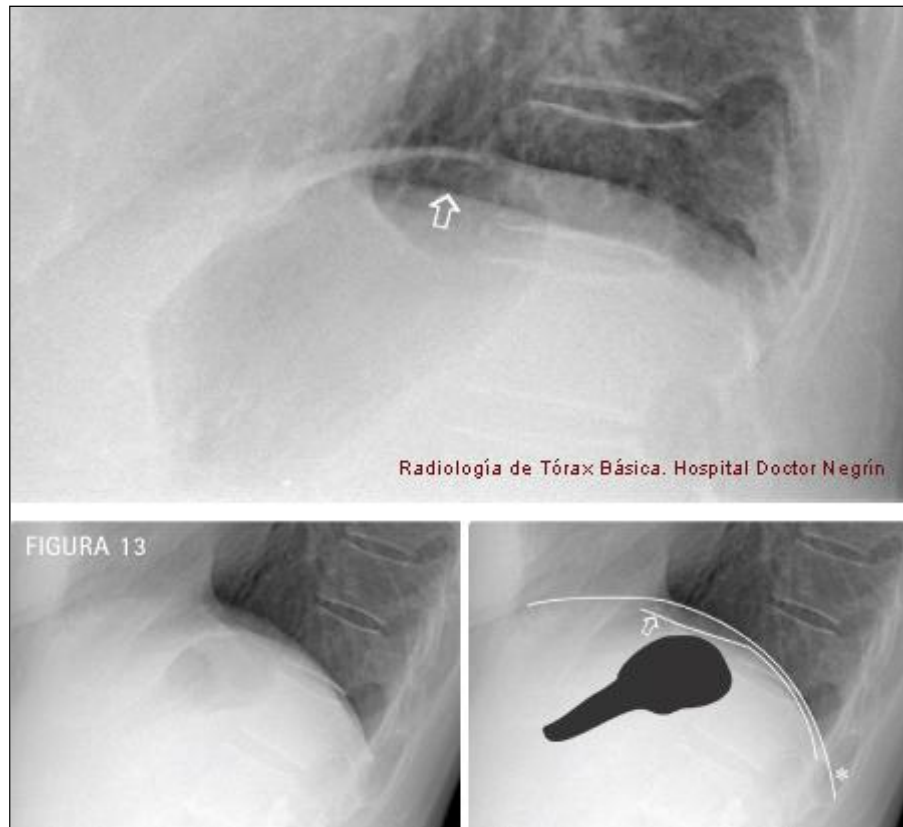


Fig. 15: Radiografía lateral de tórax. Figura superior: En la radiografía lateral, si un hemidiafragma se encuentra más bajo que la zona más elevada de la cámara gástrica, será el derecho (señalado con una flecha).

Figuras inferiores: El hemidiafragma izquierdo (señalado con una flecha) se borra al contactar con la silueta cardíaca, y llega has las costillas más anteriores. El hemidiafragma derecho (señalado con un asterisco) se continúa más atrás y no se borra con el corazón. La burbuja gástrica (pintada en negro) no debe separarse de la cúpula diafragmática izquierda. Tomado de Santana Medina E, Marín Esmerota J, Pérez Correa S. Radiología de tórax básica. Hospital Doctor Negrín.(2009)

- **Fluoroscopia y videofluoroscopia ⁴⁵ :**

La fluoroscopia es una técnica de imagen usada para obtener imágenes en tiempo real mediante el uso de un fluoroscopio. En su forma más simple, un fluoroscopio consiste en una fuente de rayos X y una pantalla fluorescente entre las que se sitúa al paciente.

Sin embargo, los fluoroscopios modernos acoplan la pantalla a un intensificador de imagen de rayos X y una cámara de vídeo CCD, lo que permite que las imágenes sean grabadas y reproducidas en un monitor.

La duración de un procedimiento típico resulta a menudo en una dosis absorbida relativamente alta para el paciente. Avances recientes incluyen la digitalización de las imágenes capturadas y los sistemas detectores de paneles planos que reducen aún más la dosis de radiación para los pacientes.

La videofluoroscopia ocupa un lugar destacado entre los métodos para la medición de la distancia de desplazamiento del diafragma durante la respiración, puesto que permite visualizar la totalidad de la hemicúpula y algunos dispositivos permiten examinar de forma simultánea las cúpulas derecha e izquierda.

La videofluoroscopia permite efectuar valoraciones cualitativas de la motilidad muscular, así como valoraciones cuantitativas para medir el desplazamiento o el tamaño de las cúpulas diafragmáticas. Este método puede utilizarse para evaluar la parálisis causada por una lesión del nervio frénico, la presencia de malformaciones, la contracción muscular tras la estimulación eléctrica, el movimiento del esófago, que se produce en sincronía con el diafragma, la debilidad del diafragma en pacientes con trastornos del sueño, la motilidad tras una toracotomía o cirugía cardíaca y la correlación entre el volumen corriente y la contracción del diafragma.

La exposición a radiación de rayos X durante un período de cinco minutos no causa daños a los pacientes. La videofluoroscopia requiere una exposición a una dosis única de radiación durante un período de un minuto. Dado que los exámenes realizados se graban en vídeo, lo cual permite un análisis en un momento posterior, los pacientes están expuestos a menos radiación de rayos X.

Estando en reposo, el diafragma se desplaza alrededor de un cm, mientras que durante la inspiración y espiración forzadas, el movimiento puede llegar a ser de 10 cm. Los cambios respecto al patrón normal pueden indicar una enfermedad neuromuscular. La videofluoroscopia podría utilizarse en estudios longitudinales, siempre que exista una indicación para el estudio en el paciente,

como ocurre en el caso de los individuos con enfermedades neuromusculares.⁴⁵

5.2. Tomografía Computarizada (TC):

En la TC el diafragma es difícil de identificar ya que su grosor es escaso y su atenuación es similar a las estructuras adyacentes.⁴⁴ (Figura 16)

En los cortes axiales, empezará a cortarse en su cúpula, no siendo distinguible por efecto de volumen parcial. Este efecto, es un artefacto de la imagen que consiste en mostrar una densidad que no corresponde a las diferentes estructuras que componen un píxel, sino que el promedio de los coeficientes de atenuaciones de dichas estructuras.⁴⁶ Por tanto, será visible cuando el plano de corte esté en ángulo con su superficie, distinguiéndose en la TC como una estructura de pocos milímetros de espesor cuando limite con el aire del pulmón, la grasa peritoneal o el hígado graso (esteatosis hepática).⁴⁷ Según las relaciones en altura del fascículo medio con respecto al apéndice xifoides, podremos ver el diafragma anterior como una línea lisa u ondulada continua (si está por encima), discontinua (si está por debajo) o como bandas anchas mal definidas (si está al mismo nivel del xifoides).⁴⁸ (Figura 16)

En la parte posterior, si el diafragma está adyacente al hígado o bazo (estructuras de similar densidad), generalmente no se distingue. Por el contrario, las porciones posteriomediales se distinguen gracias a la presencia de la grasa pararenal posterior. Las cruras se distinguen como estructuras redondeadas a ambos lados de la aorta que no deben confundirse con adenopatías.⁴⁸ (Figura 16)

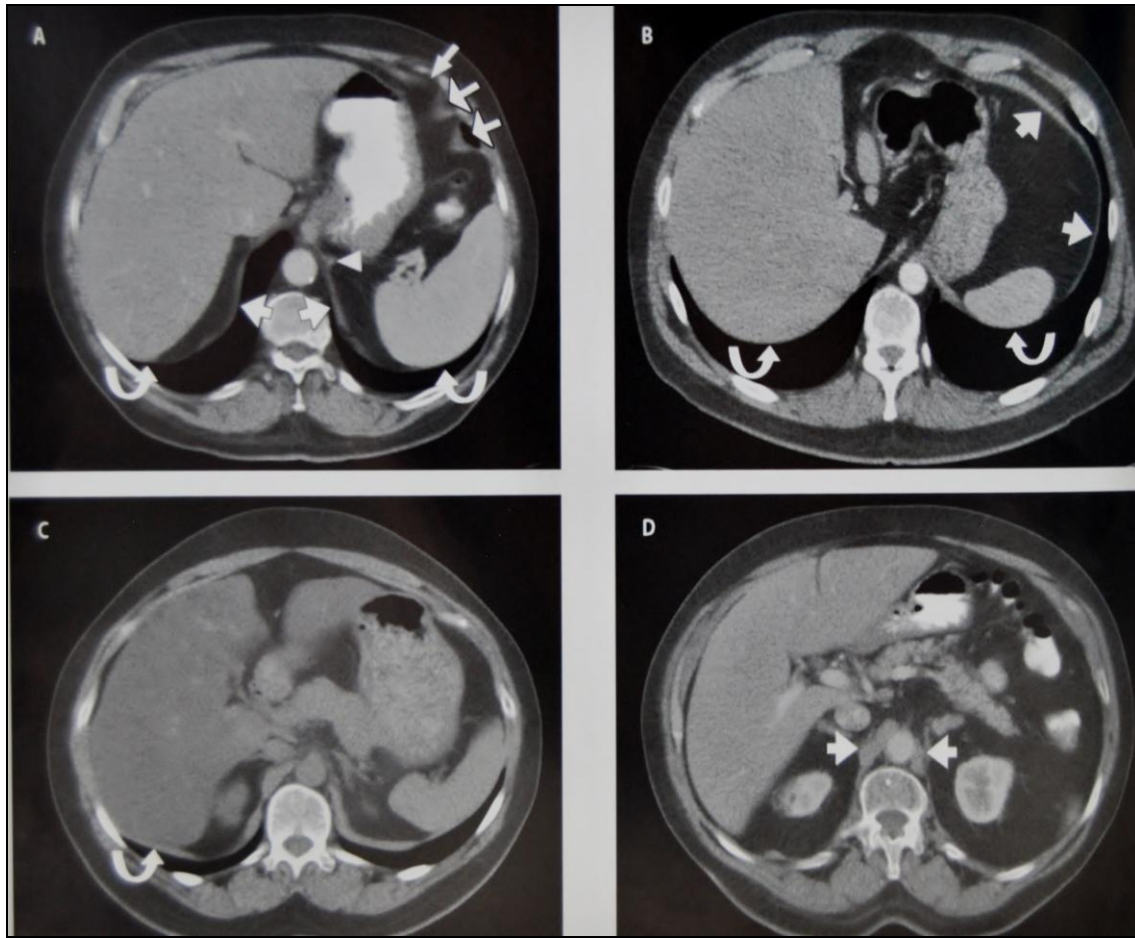


Fig. 16: Cortes axiales en TC de tórax. A: El diafragma queda representado por una imagen lineal con densidad de partes blandas (flechas) que separa la cavidad abdominal de la torácica, en este corte de 5 mm de grosor. Pueden identificarse ondulaciones (flechas gruesas), interrupciones (flecha fina) e incluso engrosamientos de tipo nodular (cabeza de flecha) que entran dentro de la normalidad. Obsérvese la falta de diferenciación de esta estructura (flechas curvas) con el hígado y bazo, por presentar su misma densidad radiológica. **B:** Estudio realizado con cortes de menor grosor (2 mm), donde se aprecia el diafragma con mayor claridad (flechas) aunque sigue evidenciándose la falta de diferenciación de esta estructura (flechas curvas) con el hígado y bazo. **C:** Se aprecia la diferenciación con un hígado graso (flecha curva). **D:** Se señalan con flechas los pilares o cruras diafragmáticas (de aspecto ovalado) a ambos lados de la aorta. Tomada de Carmona González E, González Bocanegra M, Martínez Polanco C. Pleura, pared torácica y diafragma. 2006⁴⁷

Como variantes de la normalidad, el diafragma puede presentar distintas características que pueden dificultar el diagnóstico de ciertas patologías. Como por ejemplo, pueden observarse nodularidades causadas por los pliegues producidos por las contracciones de las bandas musculares. Estas modularidades o “pseudotumores” aumentan con la edad y con la inspiración forzada.

El diafragma tiene comunicaciones fisiológicas con la cavidad abdominal a través de los hiatos. Pero también puede presentar defectos patológicos de continuidad que pueden ser congénitos (principalmente las hernias de Bochdalek y Morgagni) o adquiridos (rupturas; hernias hiatales, por ejemplo).

En estos casos se observa el contenido de la hernia en el tórax y algunos otros signos indirectos, como la compresión y desplazamientos de estructuras adyacentes. Es muy difícil en los cortes axiales observar el defecto de continuidad dificultando ciertos diagnósticos diferenciales como el de la eventración.

El TC se debe efectuar para lograr un diagnóstico diferencial con otras entidades que en la radiología de tórax tienen una apariencia similar⁴⁷:

- La elevación del hemidiafragma que puede ser debida a múltiples causas y donde no se evidencia una solución de continuidad del diafragma. Entre estas causas se pueden identificar algunas de origen subdiafragmático como el signo de Chilaiditti, colecciones o tumores abdominales y otras torácicas, como atelectasias, resecciones pulmonares o retracciones fibrosas.

La eventración diafragmática (a veces muy difícil de diferenciar con las hernias) presenta un hemidiafragma muy delgado y de aspecto atrófico.

- La atelectasia del lóbulo inferior izquierdo.
- Colecciones líquidas (derrame pleural subpulmonar y/o peritoneal). En estos casos es útil recurrir al “signo del diafragma” para distinguir ambos derrames. Si se visualiza el diafragma, el líquido pleural estará presente en una localización más periférica al mismo debido a la colección en el ángulo costofrénico, mientras que el abdominal lo será más central.
- Tumores pleurales o diafragmáticos. Son más frecuentes los implantes metastásicos o infiltración local por tumores de órganos adyacentes. Los tumores primarios (malignos o benignos) son de baja frecuencia y pueden adquirir variadas apariencias radiológicas capaces de confundir con otras patologías del diafragma. (Figura 17)

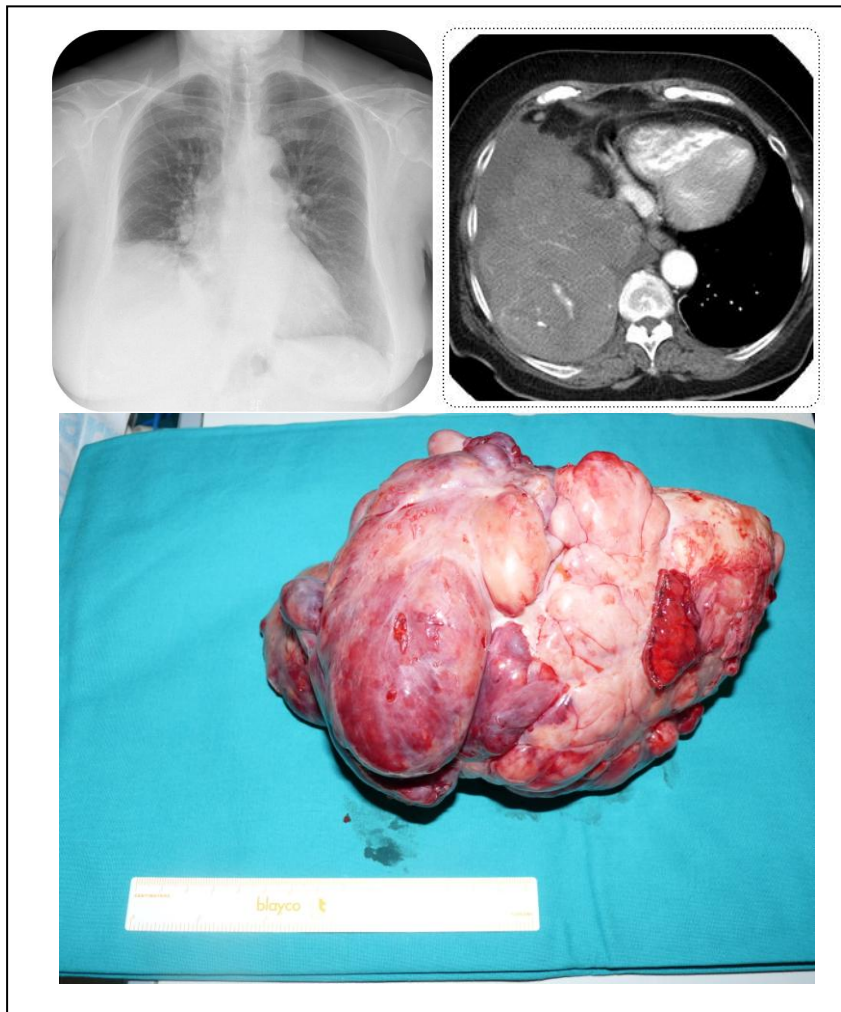


Fig. 17: Tumor fibroso pleural solitario maligno como diagnóstico diferencial con eventración o hernias diafragmáticas. Figuras superiores: Radiografía PA de tórax efectuada tres años antes de la consulta a cirugía torácica en una paciente de 73 años que refería disnea progresiva. Fue interpretada por sus médicos como una eventración diafragmática, y se indicó oxigenoterapia domiciliaria y conducta expectante. Corte axial de TC torácico realizada a la misma paciente después de tres años de evolución desfavorable. Se observa el crecimiento de una masa polilobulada y heterogénea (con aéreas de necrosis) que ocupa el tercio inferior del espacio pleural derecho. Ante estos hallazgos, es remitida al Servicio de Cirugía Torácica del Hospital de Albacete donde se decide resección quirúrgica.

Figura inferior: Imagen de la pieza quirúrgica del mismo caso con diagnóstico anatomopatológico definitivo de “tumor fibroso pleural solitario maligno”. La paciente pudo prescindir de la oxigenoterapia domiciliaria con notable disminución de su disnea al mes de la cirugía. Tomada del archivo de fotografías de pacientes operados por el autor de esta Tesis.

- Quistes intradiafragmáticos: son extremadamente raros, y suelen tratarse en realidad de secuestros extralobares desarrollados dentro del diafragma y dependientes de la circulación sistémica. Se asocia en muchos casos a eventración diafragmática.

La pérdida de continuidad del diafragma, o “signo del diafragma ausente” es más frecuente a nivel posterolateral. Este signo es mucho más difícil de detectar cuando afecta a la parte cercana a las cúpulas porque el corte axial es tangencial a la solución de continuidad, siendo casi imposible de diferenciarlo de las eventraciones diafragmáticas. En ocasiones se puede observar el “signo del cuello” o “collar” que consiste en el estrechamiento del contenido de la hernia en su paso por el anillo herniario.

A pesar de estos signos, la sensibilidad de la TC para el diagnóstico de estas patologías es muy bajo, estimándose cercano al 50% para los casos de rupturas traumáticas agudas del diafragma.⁴⁷

Con el empleo de las reconstrucciones multiplanares, en el diafragma (tanto por TC como por Resonancia magnética) pueden distinguirse con mayor facilidad los defectos de continuidad, incluso en su región más superior, a nivel de ambas cúpulas, fundamentalmente la izquierda.⁴⁸ Ofrece además la posibilidad de evaluar mejor ciertas alteraciones del diafragma, como pueden ser las hernias, los abscesos subfrénicos, la patología de la región retrocrural y la paracardiaca.⁴⁴

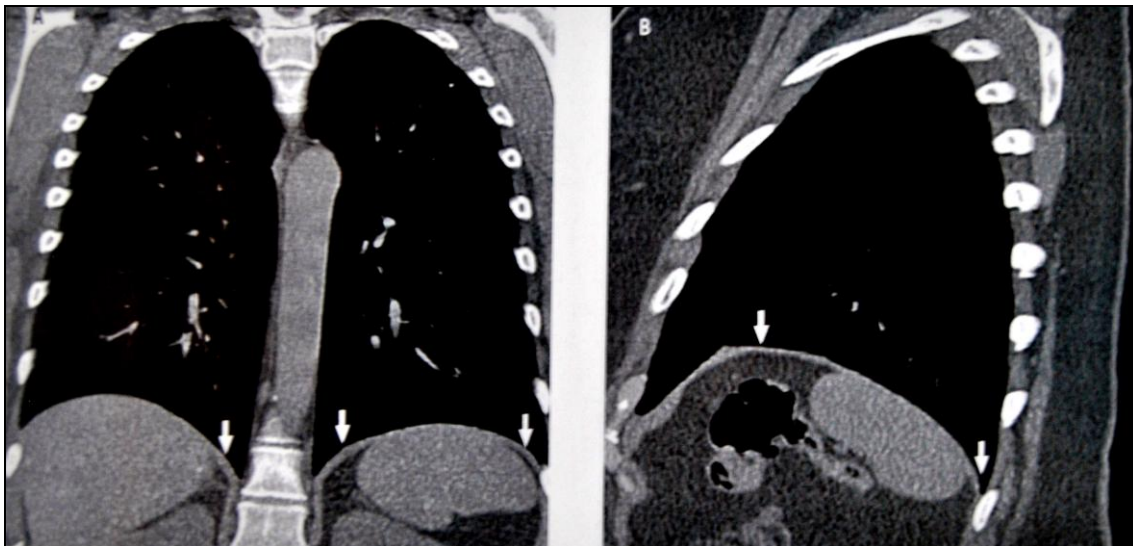


Fig. 18: Reconstrucción multiplanar. **A:** Orientación coronal **B:** Orientación sagital. Estos cortes permiten la identificación del diafragma en su región más craneal (flechas). Tomada de Carmona González E, González Bocanegra M, Martínez Polanco C. Pleura, pared torácica y diafragma. 2006.⁴⁷

5.3. Resonancia Magnética (RM) :

El papel de la RM para el estudio del diafragma es aún muy limitado, pero algunas publicaciones han demostrado cierta utilidad en el estudio de: infecciones de la pared torácica y abdominal, roturas diafragmáticas, hernias de Morgagni, pseudoquistes mediastínicos, endometriosis diafragmática, por ejemplo. La posibilidad de efectuar reconstrucciones multiplanares, la hace especialmente útil para visualizar o descartar soluciones de continuidad en el diafragma.

Aún no se dispone de series grandes ni de estudios relevantes, pero todo apunta a su enorme papel en un breve período de tiempo.⁴⁷

5.4. Ecografía o ultrasonido ⁴⁹:

La ecografía (o ultrasonografía) es una técnica ampliamente utilizada como medio diagnóstico en múltiples patologías y en varios escenarios en distintas especialidades médicas. Se ha demostrado útil en muchas especialidades médicas para evaluar la estructura y función muscular. Como ventajas tiene su bajo costo, reproducibilidad, inocuidad y carácter no invasivo.

La introducción del modo M permite analizar la dinámica de contracción y relajación de músculos como el miocardio. Del mismo modo, la ecografía transtorácica ha sido ocasionalmente utilizada para evaluar el desplazamiento del diafragma con los movimientos respiratorios. Algunos autores describieron la ecografía en modo M como una técnica muy reproducible para evaluar la excursión cráneo-caudal del diafragma tanto durante la respiración tranquila como máxima ("sniff") y otros sugieren que la ecografía transtorácica puede tener un papel clínicamente útil en la evaluación no invasiva de los músculos respiratorios, y del diafragma en particular. Estos afirman además que hasta la fecha no existen técnicas alternativas que permitan evaluar la estructura y función diafragmáticas en la práctica clínica habitual y que la ecografía diafragmática podría aportar información novedosa respecto de las relaciones entre la sobrecarga del músculo y la presencia de patologías como la malnutrición, la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), la insuficiencia cardíaca crónica, la cifoescoliosis, o situaciones agudas que

imponen a dicho músculo un alto riesgo de fracasar (como por ejemplo el destete de ventilación mecánica).

En cardiología, la ecocardiografía adquiere un papel predominante con gran desarrollo en la valoración funcional de la dinámica cardíaca.

Del mismo modo, se han observado cambios del grosor del diafragma en relación con los movimientos respiratorios. Esta información del grosor, sin embargo, es limitada si lo que se intenta es evaluar la función muscular y la reserva ante la fatiga. Siguiendo el razonamiento empleado desde hace unos años para el análisis de la función diastólica del ventrículo izquierdo a partir de la pendiente de relajación de su pared posterior en ecografía en modo M, algunos autores proponen la valoración de la función diafragmática de la misma forma, es decir, midiendo su pendiente de relajación. Se sabe que el diafragma se acorta durante la contracción, lo que implica secundariamente un aumento de grosor (reflejo de la superposición de los miofilamentos de actina y miosina). Este cambio de grosor es posible cuantificar mediante la ecografía. Estos resultados son coherentes con estudios previos que han demostrado que el diafragma incrementa su grosor al realizar movimientos inspiratorios en condiciones normales, y que su cinética se altera si se cambia la resistencia inspiratoria (por ejemplo la oclusión de la nariz).

Sin embargo, existen algunas consideraciones que limitan su aplicación inmediata en el entorno clínico. Una de ellas tiene que ver con la ausencia de información respecto a la reproducibilidad interdiaria de los hallazgos en un mismo sujeto. También faltan estudios que valoren la aplicabilidad de la técnica de evaluación ante otras situaciones de sobrecarga diafragmática tales como ejercicio general, situaciones de estímulo hipoxémico o hipercápnico agudos o crónicos, o situaciones de sobrecarga ventilatoria exógena. Otra potencial limitación de la ecografía del diafragma estriba en las dificultades que su realización pudiera tener en determinadas situaciones, como algunas configuraciones torácicas (cifoescoliosis, enfisema pulmonar), secuelas de neumonectomía, neumonía subyacente o presencia de derrame pleural. Se desconoce en qué medida la posición corporal puede afectar la fiabilidad de la técnica ecográfica del diafragma.

Finalmente, la ecocardiografía es una técnica operador-dependiente. Esta característica forma parte de las limitaciones del estudio.^{45,49}

6. EXPLORACIÓN FUNCIONAL DEL DIAFRAGMA Y DE LA MECÁNICA RESPIRATORIA

Las enfermedades neuromusculares pueden afectar la función respiratoria por varios mecanismos debidos a disfunciones de los centros, vías nerviosas y músculos implicados en la mecánica ventilatoria³⁴:

- Las entidades que afectan a los centros que generan o modulan el impulso ventilatorio, producirán una falta o inadecuación de dicho impulso, lo que tendrá consecuencias en la ventilación pulmonar.
- Las vías nerviosas pueden alterarse en la transmisión del impulso desde los centros a los músculos respiratorios o desde diferentes receptores tóraco-pulmonares, bronquiales y vasculares a dichos centros. Estos casos también se expresarán como alteraciones ventilatorias.
- Por último, pueden ser los propios músculos y sus diferentes estructuras (p. ej. la placa motora, las sarcómeras, las fibras) los que se hallen afectados. Un caso particular es el de los músculos situados en las vías aéreas altas contribuyendo a mantener la permeabilidad y calibre de la faringo-laringe. De este modo, también participan en la ventilación y su debilidad o disfunción puede ocasionar problemas de hipoventilación.

La exploración clínica de la mecánica respiratoria es bastante inespecífica. No obstante, pueden observarse algunos signos de fatiga o debilidad muscular como la taquipnea, la descoordinación toracoabdominal o el empleo de la musculatura respiratoria accesorio (tiraje).⁴⁰

La anamnesis y la exploración clínica deben estar fundamentalmente encaminadas a la búsqueda de síntomas y signos de afectación respiratoria como la intolerancia al decúbito (u ortopnea), disnea, ineficacia de la tos, cefalea matinal, somnolencia diurna, etc.⁵⁰

Las características mecánicas ventilatorias del pulmón pueden ser evaluadas más específicamente a través de la medida de los volúmenes

pulmonares dinámicos y estáticos, la medida de las resistencias y la realización de las curvas flujo-presión.³⁵

La medida de los volúmenes pulmonares dinámicos se realiza a través de la espirometría, mientras que los volúmenes estáticos precisan otro tipo de técnicas, como son la pletismografía y la dilución de gases inertes.

Para conocer con aproximación el estado de la función diafragmática se pueden añadir otras pruebas más específicas como la medición de las presiones en la boca, siendo las más usadas la Presión Inspiratoria y Espiratoria Máximas (**PIM** y **PEM** respectivamente).⁴⁰

Existen otros tipos de técnicas para complementar la valoración funcional de la mecánica ventilatoria como son la medición de presión transdiafragmática, gasometría arterial basal, determinación de la presión de oclusión, la estimulación de centros o vías nerviosas.

A continuación, se describirán en forma resumida estas pruebas. Aquellas que adquieren mayor importancia en el desarrollo de este trabajo (como la espirometría o mediciones del PIM y PEM, por ejemplo), se describirán más detalladamente.

6.1. Espirometría y patrón ventilatorio. Medida de volúmenes pulmonares dinámicos

La espirometría es la prueba básica de función pulmonar para evaluar la capacidad ventilatoria. Es una prueba fácil de realizar, reproducible y que consiste en el análisis, bajo circunstancias controladas, de los volúmenes pulmonares y la rapidez con que éstos pueden ser movilizados (flujos aéreos).³⁵

Sin duda, es la aproximación más sencilla al circuito neuromuscular ventilatorio. La simple observación del patrón ventilatorio del paciente puede permitir detectar anomalías en su frecuencia respiratoria o en el volumen de aire que maneja.³⁴

Si se utiliza un sistema que permita un registro temporal simultáneo, podrá obtenerse, además, la duración de cada parte del ciclo ventilatorio. Así,

podrán calcularse el tiempo inspiratorio, tiempo espiratorio, tiempos de apnea, y tiempo total del ciclo.³⁴

Las principales características de este estudio se detallan a continuación³⁶:

6.1.1. Tipos de espirometría

6.1.1.a. Espirometría simple:

Consiste en solicitar al paciente que, tras una inspiración máxima, expulse todo el aire de sus pulmones durante el tiempo que necesite para ello. Se obtienen los siguientes volúmenes y capacidades que ya habían sido definidos en el punto 4.1.1. (Figura 13).

- Volumen normal o corriente (**VC**).
- Volumen de reserva inspiratoria (**VRI**).
- Volumen de reserva espiratorio (**VRE**).
- Capacidad vital (**CV**).

6.1.1.b. Espirometría forzada⁵¹:

Con el sujeto en la misma posición que en la espirometría simple y con la nariz tapada, se le pide que inhale hasta el máximo llenado de los pulmones, que exhale con fuerza a la máxima velocidad y que prolongue la espiración todo lo posible.

Con esta maniobra se miden los siguientes parámetros (Figuras 19 y 20):

- Capacidad vital forzada (**FVC**): es el volumen de aire expulsado durante la espiración forzada. Se expresa en mililitros, y su valor normal es mayor del 80% del valor teórico o de referencia (calculado según las características del paciente tales como edad, sexo, raza, peso y talla).⁵¹
- Volumen máximo espirado en el primer segundo (**FEV1**): es el volumen de aire que se expulsa en el primer segundo de una espiración forzada. Se expresa en mililitros, y su valor normal es mayor del 80% del valor teórico.
- Relación FEV1/FVC ó Índice de Tiffeneau: indica el porcentaje del volumen total espirado que lo hace en el primer segundo. Su valor normal es mayor del 70%.
- Volumen espiratorio forzado al sexto segundo (**FEV6**): puede ser

- utilizado en sustitución de la FVC para definir patrón obstructivo si se dispone de valores de referencia apropiados para la relación FEV₁/FEV₆ en la población que atendemos. Su principal ventaja es que es más fácil de obtener que la FVC, ya que sólo requiere una espiración forzada mantenida 6 segundos con independencia de si el sujeto puede espirar más o no.
- Flujo espiratorio máximo entre el 25% y el 75% de la FVC (FEF 25-75%): es el volumen espirado entre el 25 y el 75% de la FVC en relación al tiempo que ha tardado en expulsarlo. Su alteración suele expresar patología de pequeña vía aérea.
- Flujo espiratorio máximo ó pico de flujo espiratorio (**PEF**): es el vértice de flujo alcanzado durante la maniobra de espiración forzada.
- Flujo inspiratorio máximo o pico de flujo inspiratorio (**PIF**).

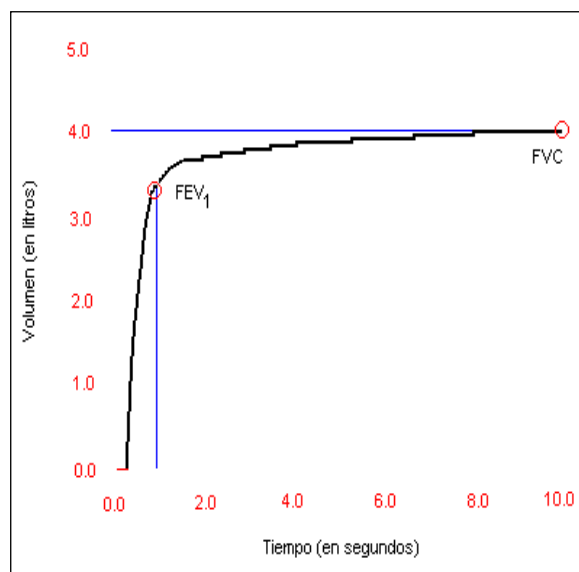


Fig. 19: Curva volumen-tiempo. Tomado de Cimas Hernando JE, Pérez Fernández J. Taller práctico de formación continuada de la SEMM para valoración de riesgos laborales en el aparato respiratorio: Espirometría. 1999. <http://www.semm.org/espil.html>⁵²

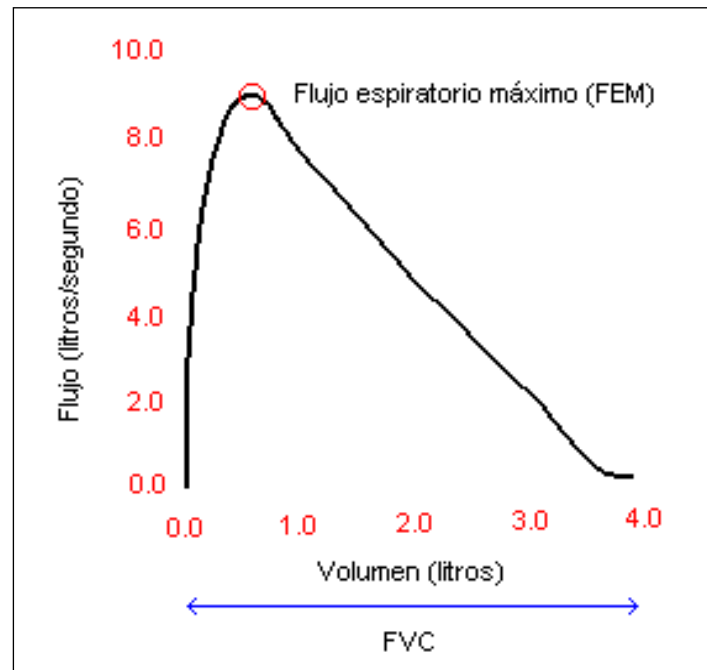


Fig. 20: Curva flujo-volumen. Tomado de Cimas Hernando JE, Pérez Fernández J. Taller práctico de formación continuada de la SEMM para valoración de riesgos laborales en el aparato respiratorio: Espirometría. 1999. <http://www.semm.org/espirm.html>⁵²

6.1.2. Indicaciones de la espirometría:

- Diagnóstico:
 - Evaluación de síntomas respiratorios (tos, disnea, sibilancias) o signos (alteraciones radiológicas, malformaciones torácicas).
 - Cribado de individuos con riesgo de padecer patología pulmonar (fumadores, personas que trabajan con determinadas sustancias).
 - Evaluación objetiva de la respuesta a broncodilatadores.
- Pronóstico:
 - Evaluación del estado de salud general.
 - Medir el impacto de una patología sobre la función pulmonar (gravedad).
 - Valoración del riesgo preoperatorio.
- Seguimiento:
 - Evaluación de una medida terapéutica.
 - Monitorizar la progresión de la patología pulmonar.

- Control de individuos expuestos a agentes potencialmente perjudiciales para el sistema respiratorio.
- Monitorización de los efectos secundarios de fármacos potencialmente neumotóxicos.
- Evaluaciones de discapacidad/disfunción:
 - Selección de candidatos a trasplante pulmonar.
 - Evaluación de pacientes en programas de rehabilitación.
 - Evaluación previa a la contratación de seguros.
 - Evaluación por motivos legales.
- Salud pública:
 - Estudios epidemiológicos.
 - Cálculo de ecuaciones de referencia.

6.1.3. Contraindicaciones de la espirometría:

- Absolutas:
 - Incapacidad para colaborar o negativa a la realización de la prueba (por voluntad del sujeto, falta de comprensión, dificultad para la realización de la maniobra correctamente debido a debilidad, dolor, fiebre, disnea o falta de coordinación).
 - Enfermedades infecto-contagiosas (salvo que se puedan tomar las medidas precisas para prevenir su transmisión a otros usuarios del equipo y al personal que realiza la prueba).
 - Hemoptisis activa importante reciente.
 - Angina inestable.
 - Neumotórax o biopsia pulmonar la semana previa.
- Relativas:
 - Infarto agudo de miocardio reciente (4 semanas previas).
 - Presión diastólica en reposo > 110 mm Hg o sistólica > 200 mm Hg.
 - Lesiones medulares recientes.
 - Cirugía ocular reciente.

6.1.4. Complicaciones:

- Dolor torácico.

- Aumento de presión intracraneal.
- Neumotórax.
- Síncope.
- Acceso de tos.
- Broncoespasmo.

6.1.5. Recomendaciones previas a la espirometría:

- Evitar el tabaco (al menos 24 horas antes de la prueba).
- Evitar comidas/bebidas abundantes (estimulantes) al menos 3 horas antes.
- No realizar ejercicio vigoroso (al menos una hora antes de la prueba).
- Evitar ropa ajustada.
- Controlar la medicación broncodilatadora.

6.1.6. Limitaciones:

- Lesiones bucales.
- Hemiparesias faciales.
- Náuseas por la introducción de la boquilla.
- En traqueotomías mal cuidadas o con exceso de secreciones.

6.1.7. Errores más frecuentes:

- Atribuibles al espirómetro:
 - falta o deficiente calibración.
 - mala limpieza.
 - errores relativos a la antropometría del paciente.
- Atribuibles a la maniobra:
 - comienzo defectuoso.
 - esfuerzo deficiente.
 - cierre de la glotis.
 - obstrucción de la boquilla (lengua, dientes).
- Atribuibles al paciente:
 - falta de colaboración.
 - ansiedad ante la prueba.

- mala preparación (instrucciones, medicación previa).

6.1.8. Tipos de espirómetros:

- De agua o de campana: fueron los primeros utilizados, y su uso está prácticamente limitado a los laboratorios de función pulmonar.
- Secos:
 - de fuelle.
 - neumotacómetros.
 - de turbina.

6.1.9. Material necesario:

- Habitación cerrada y aislada acústicamente.
- Tallímetro.
- Báscula.
- Termómetro para medir la temperatura ambiente.
- Barómetro y medidor de la humedad relativa del aire.

Antes de comenzar la espirometría es preciso introducir estos datos en el espirómetro, para el cálculo de los valores de flujo y de volumen adecuados a cada paciente y condición ambiental. A temperaturas $< 17^{\circ}$ y $> 40^{\circ}$ se recomienda no realizar espirometrías.

6.1.10. Técnica para una correcta espirometría

- Antes de realizarla:
 - no utilizar medicación broncodilatadora
 - no debe fumar ni tomar bebidas con cafeína en las horas previas
- En el momento de llevar a cabo la prueba:

El paciente se situará en posición sentada, sin ropa ajustada. Se le colocará una pinza nasal y se comprobará que la boca esté libre de elementos que impidan una buena colocación de la boquilla (dentadura postiza).

Se realizará una inspiración relajada pero máxima, al finalizar la cual se coloca la boquilla bien sujeta, y el técnico dará una orden enérgica (¡ahora!, ¡ya!) que indica el comienzo de la espiración forzada (durante un mínimo de 6 segundos) durante los cuales el técnico animará al paciente a continuarla,

vigilará que expulse el aire continuamente y se asegurará que el paciente mantenga un flujo constante (Figura 21).

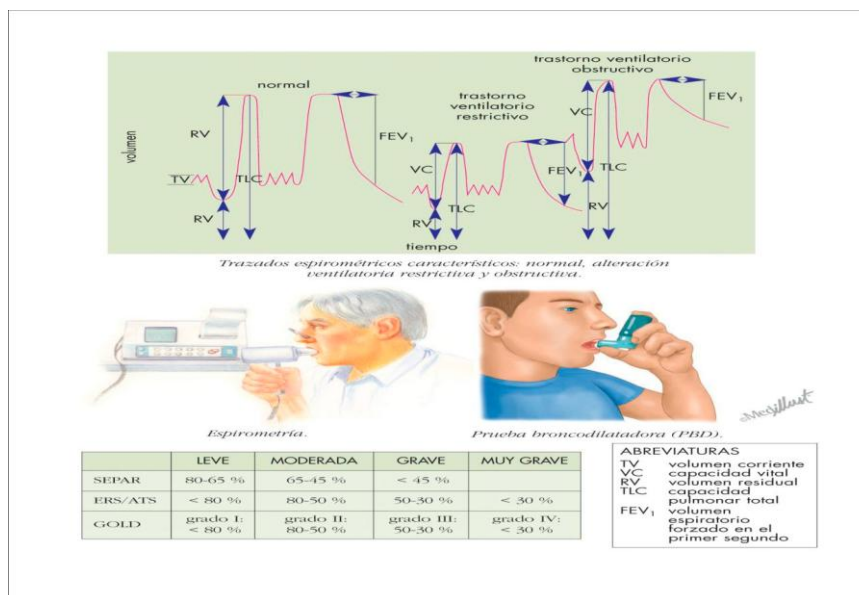


Fig. 21: Trazados espirométricos característicos (normal, alteración ventilatoria restrictiva, alteración ventilatoria obstructiva). Tomado del libro "EPOC", Editorial Ars Médica 2008, pág. 81.

6.1.11. Interpretación básica de la espirometría^{35,36,53}

Para saber si la espirometría es aceptable, debe analizarse la morfología de la curva: inicio súbito y rápido, curso que asciende rápidamente en la curva flujo/volumen, para descender lentamente adoptando una forma asintótica al final, y con una duración > de 6 segundos. Si no se cumple, la exploración no se debe interpretar.

A continuación, se debe valorar la reproducibilidad del estudio, constatando que las dos mejores FVC y FEV1 difieran en menos de 150 ml; si no es así, las curvas no son reproducibles y no deben interpretarse.

A continuación, es recomendable continuar con un orden de lectura de la espirometría que se resume en los siguientes pasos:

- ¿Es el índice $FEV_1/FVC < 0,7$?

Si es afirmativo implica la presencia de obstrucción.

- El siguiente paso es valorar la capacidad vital forzada; si $FVC > 80\%$ del teórico, es un patrón obstructivo puro; si $FVC < 80\%$ del teórico, es un patrón mixto.
- ¿Es el índice $FEV1/FVC > 0,7$?
En caso afirmativo, no hay obstrucción.
- El paso siguiente es valorar la capacidad vital forzada; si $FVC < 80\%$ del teórico, es un patrón restrictivo; si $FVC > 80\%$, la exploración es normal.

Siguiendo este orden de lectura, la espirometría permite identificar tres tipos de patrones de enfermedad: la reducción del volumen ventilable (patrón ventilatorio restrictivo), la reducción de los flujos espiratorios (patrón ventilatorio obstructivo) o una mezcla de ambos (patrón mixto) (Figura 18).

- En el patrón ventilatorio restrictivo, vemos una disminución de la FVC con un cociente $FEV1/FVC$ normal. Para confirmarlo es necesario realizar una medida de la TLC por pletismografía u otra técnica. Se debe a distintas patologías tanto pulmonares como extrapulmonares así como procesos neuromusculares.

A modo de resumen, se destacan las principales características espirométricas: FVC disminuido, $FEV1$ disminuido, $FEV1/FVC$ normal.

- El trastorno obstructivo se define como la disminución desproporcionada del flujo aéreo máximo con respecto al volumen máximo de aire que el sujeto puede movilizar durante la espiración. Esta limitación al flujo se produce por alguno o varios de los siguientes factores: la obstrucción de las vías aéreas (inflamación, broncoconstricción, cuerpo extraño...), la pérdida de elasticidad pulmonar y, por lo tanto del soporte que existe entre los alvéolos cercanos, el incremento de la colapsabilidad de las vías aéreas por atrofia de su pared y, finalmente, por la compresión externa que realizan p.ej. algunos tumores sobre la vía aérea. Un valor del cociente $FEV1/FVC$ por debajo del 70% establece el diagnóstico de obstrucción con una sensibilidad del 82% y una especificidad de un 98%.

Sus principales características espirométricas se sintetizan de la siguiente manera: FVC normal, FEV1 disminuido, FEV1/ FVC disminuido.

- La alteración ventilatoria mixta aparece cuando la FVC y el cociente FEV1/FVC están disminuidos. Se debe a la coexistencia de varias patologías o cuando estamos frente a una enfermedad restrictiva de tipo intersticial que presenta también alteraciones en la vía aérea (histiocitosis X, etc.). Sin embargo, el problema que se plantea con mayor frecuencia, es distinguir entre un trastorno mixto y uno obstructivo que presenta una FVC disminuida por atrapamiento aéreo. En estos casos a veces ayuda realizar la prueba tras la administración de broncodilatadores, ya que la FVC mejora o se normaliza. De todas formas, para aclarar por completo esta situación hay que medir la TLC y el VR.

Sus características espirométricas se resumen: FVC disminuido, FEV1 disminuido, FEV1/FVC disminuido.

Se puede destacar además que el FEV1 está influenciado por las propiedades mecánicas que determinan el flujo espiratorio máximo y por el volumen pulmonar. El cociente FEV1/FVC es índice de la rapidez con que se expulsa el aire y, por lo tanto también tiene relación con los flujos espiratorios máximos.

6.1.12. Test de broncodilatación:

Para finalizar de forma completa la espirometría, es recomendable efectuar el test de broncodilatación para establecer el grado de reversibilidad de la vía aérea.

Se debe realizar previamente una determinación del FEV1 basal y a continuación se administran 400 microgramos de agonista beta o 80 de anticolinérgico con cámara de inhalación.

Se determinará el FEV1 a los 30-45 minutos de la administración de los broncodilatadores.

Un aumento de 200 ml y 12% del valor absoluto del FEV1 determinará que la prueba broncodilatadora es positiva.

6.2. Dilución de gases inertes y pletismografía. Medida de los volúmenes pulmonares estáticos y de las resistencias de la vía aérea.^{35,53}

Existen distintos métodos para medir la TLC y el VR, que son volúmenes pulmonares que están “ocultos” para la espirometría. Estos métodos se pueden clasificar en dos grandes grupos: los métodos de dilución que utilizan gases inertes e insolubles y los que se basan en las propiedades mecánicas de los gases sometidos a compresión (pletismografía).

- En los primeros, se respira en un circuito cerrado que contiene una concentración conocida de un gas inerte, generalmente, helio, que gradualmente se va equilibrando con el gas residente en los pulmones. La concentración de helio cae progresivamente hasta estabilizarse cuando el mezclado se ha completado. La concentración inicial de He multiplicada por el volumen inicial es igual a la concentración en el momento del equilibrio multiplicada por la suma del volumen inicial y el del pulmón. Siguiendo esta ecuación, se puede determinar el volumen pulmonar total.
- La pletismografía se realiza en una cabina cerrada donde la expansión y compresión de la cavidad torácica provocan un cambio de volumen en el gas de la cabina que es proporcional a los cambios del volumen pulmonar. El sujeto respira a través de un sistema que incluye una válvula de oclusión. Al cerrar la vía aérea se produce un cambio en la presión alveolar, que se mide en la boca y un cambio de volumen en la cabina, que se expresa como un cambio de presión. Según la ley de Boyle, si conocemos el volumen de la cabina y se miden los cambios en la presión en la misma y en la boca con flujo cero, podemos conocer el volumen de gas que hay dentro del tórax en ese momento.

La TLC suele disminuir en enfermedades con alteraciones del llenado alveolar, como neumopatias intersticiales, enfermedades neuro-

musculares, obesidad mórbida, alteraciones de la caja torácica o enfermedades pleurales. El VR es uno de los parámetros que se incrementa en el enfisema, enfermedades con afectación de la vía aérea periférica, enfermedades neuromusculares y en casos de congestión pulmonar.

Así mismo, el método más utilizado para la medida de la resistencia de las vías aéreas (**Raw**) es la pletismografía corporal. La Raw sería la diferencia de presión que debe ser aplicada entre los alvéolos y el exterior, para producir un flujo de gas de 1 L/s en la vía aérea abierta. Durante la respiración espontánea no hay cambio neto en el volumen dentro de la cabina del pletismógrafo, pero los cambios en la presión del pletismógrafo reflejan los cambios en la presión alveolar que se necesitan para superar la resistencia de la vía aérea, y cuanto mayor es la resistencia, menor es el flujo para cualquier cambio en la presión alveolar.

Este método permite calcular las resistencias a partir del bucle formado por la presión en la cabina y el flujo aéreo. A mayor resistencia, mayor cambio de presión para cualquier flujo.³⁵

6.3. Pruebas para valorar la fuerza muscular respiratoria. PIM y PEM. Presión transdiafragmática

Las pruebas de función muscular van dirigidas a la exploración de la fuerza, la resistencia y la reserva funcional de un músculo o grupo muscular. Aunque existen multitud de técnicas, nos detendremos únicamente en las más destacadas.⁵³

6.3.1. Presiones en boca. PIM y PEM:

Para el estudio de la fuerza muscular disponemos de la medición de las presiones respiratorias máximas estáticas en la boca: la presión inspiratoria máxima (PIM) y la presión espiratoria máxima (PEM).

Esta consiste en realizar maniobras de inspiración y espiración forzadas máximas, contra una vía ocluida para poder medir la presión en la boca, ya que

con la glotis abierta, la presión en la boca debe ser igual que la presión alveolar.⁴²

Se miden solicitando al paciente una inspiración (PIM) o una espiración (PEM) máximas desde VR y TLC respectivamente contra un circuito ocluido. Con esto, se consigue que la presión en la boca sea igual a la presión alveolar. Esta presión es reflejo de la pleural, y esta última de la fuerza muscular ventilatoria.⁴⁰ Dichas presiones son dependientes del volumen pulmonar desde el que se parte para realizar la maniobra. Solo en posición de CFR (punto de equilibrio en condiciones de reposo entre la caja torácica que tiende a expandirse y la elasticidad pulmonar que tiende a colapsarse) la presión es equivalente a la de la atmósfera; las presiones se miden habitualmente en posición de VR (PEM) y de TLC (PIM), por lo que se introduce un desvío voluntario de 30 cm H₂O en sentido negativo o positivo, respectivamente.

- PIM: Se acepta que una PIM superior a 80 cm H₂O descarta en ambos géneros una afectación de la musculatura respiratoria. Valores inferiores a 50 cm H₂O permiten sospechar la presencia de dicha alteración.⁵³

Valores inferiores al 50% del valor de referencia indican disfunción muscular (fatiga o debilidad). Entre el 50 y 75% existe un área de indefinición y superior al 75% se considera normal.⁴⁰ Una PIM inferior al 30% de su valor de referencia se suele asociar a una insuficiencia respiratoria hipercápnica, mientras que cifras inferiores al 20%, habitualmente, requieren del uso de ventilación mecánica. Para obtener los valores de referencia se debe efectuar la siguiente ecuación⁴⁰:

Varones: $143 - 0,55 \times \text{edad}$

Mujeres: $104 - 0,51 \times \text{edad}$

- PEM: Los valores normales también se sitúan por encima del 75% del valor de referencia.⁴⁰

Para obtener los valores de referencia se debe efectuar la siguiente ecuación⁴⁰:

Varones: $268 - 1,03 \times \text{edad}$

Mujeres: $170 - 0,53 \times \text{edad}$

En comparación con otras técnicas de exploración de la musculatura respiratoria, la obtención de las presiones respiratorias máximas destaca por su simplicidad, por tener una reproducibilidad aceptable, y por tratarse de pruebas que se pueden realizar incluso en sujetos encamados. Por el contrario, son pruebas que dependen del esfuerzo y de la motivación del individuo. Además, no discriminan entre grupos musculares y su registro puede estar artefactado por el uso de los músculos buccinadores o por el cierre de la glotis.⁵³

6.3.2. Presión transdiafragmática:

Para la determinación de manera más específica de la fuerza de contracción del músculo diafragma es posible registrar la presión transdiafragmática (P_{di}). Corresponde a la diferencia de presiones a ambos lados del diafragma, para lo que se precisa la colocación de catéteres con balón esofágico y otro gástrico a través de la nariz.

Esto hace que sea una prueba incómoda, y debe reservarse a casos concretos, cuando la sospecha del origen de la insuficiencia respiratoria interese a este músculo.⁵³

La contracción diafragmática causa disminución de la presión pleural (y esofágica - P_{es} -) y aumento de la presión abdominal (y gástrica - P_{ga} -).⁴⁰

$$P_{di} = P_{ga} - P_{es}$$

La P_{di} es un buen reflejo de la función muscular contráctil del diafragma. Se puede calcular la Presión transdiafragmática máxima ($P_{di \text{ máx.}}$) midiendo la presión durante una contracción máxima del diafragma o un esfinado brusco ("sniff"). El cociente entre la P_{di} y la $P_{di \text{ máx.}}$, indica el tanto por ciento del máximo posible que el paciente utiliza en su respiración normal. Refleja por tanto el grado de reserva muscular diafragmática. Si éste cociente es superior al 40% se considera que el paciente se encuentra en una situación funcional que, de mantenerse, puede ser causa de fatiga.⁴⁰

6.4. Pruebas útiles para valorar el control de la ventilación:

La mayoría del conocimiento disponible al respecto procede de modelos animales y de la observación de los resultados de diferentes lesiones sobre el sistema nervioso central. Sin embargo, se han desarrollado una serie de técnicas que permiten una cierta aproximación al estudio del control ventilatorio. Muchas de estas técnicas son útiles no sólo en enfermos con procesos neuromusculares, sino en cualquier paciente con alteraciones en el circuito neuromuscular ventilatorio.

Entre estos pacientes, destacan aquellos con alteraciones en el propio control de la ventilación, sea de origen primariamente neurológico (hipoventilación alveolar primaria, hipoventilación por fármacos, apneas centrales del sueño, algunos pacientes con asma casi fatal), o secundario a procesos que afectan a otros sistemas del organismo (síndrome de obesidad-hipoventilación, EPOC, etc.).³⁴

Las principales técnicas disponibles para el estudio del control de la ventilación son la espirometría (ya desarrollada en apartados anteriores), la gasometría arterial, la determinación de la presión de oclusión y el estímulo de los centros y vías nerviosas relacionadas con la ventilación.³⁴ Estas pruebas se resumirán a continuación:

6.4.1. Gasometría arterial:

En el individuo sano existe una adecuada correlación entre el nivel de ventilación alveolar (**VA**) y el de PaCO_2 .

La simple determinación de las presiones parciales de O_2 y CO_2 en sangre arterial (respectivamente, PaO_2 y PaCO_2), pueden permitir detectar la hipoventilación.³⁴

Por lo tanto, la observación de hipercapnia sugiere la existencia de hipoventilación, mientras que la presencia de hipocapnia sugiere hiperventilación. Sin embargo, esta asunción requiere una premisa básica: que

el parénquima pulmonar sea normal. En estas circunstancias, la gasometría arterial puede utilizarse como indicador del nivel de ventilación del paciente.

Por el contrario, en el paciente con enfermedad respiratoria crónica, ello no es posible debido a la coexistencia de diversos factores (como trastornos en la difusión o en la relación ventilación/ perfusión por ejemplo) que introducen nuevos elementos fisiopatológicos en la relación $VA - PaCO_2$.⁴⁰

6.4.2. Determinación de la presión de oclusión:

Sirve para evaluar la intensidad de la descarga nerviosa de los centros respiratorios (*“central output”*). Para su medición se solicita al paciente que respire de forma tranquila y relajado a través de un circuito en el que puede medirse la presión generada en la boca del enfermo. Fuera del campo visual del paciente, se ocluye la rama inspiratoria del circuito. Se producirá un incremento importante de presión en la boca que trata de superar la oclusión inspiratoria. En este momento se libera dicha oclusión y se solicita al paciente que, nuevamente recupere su ritmo respiratorio basal.⁴⁰

De este modo, la “presión de oclusión”, es la presión que puede determinarse en la boca a los 100 m/s de iniciado el esfuerzo inspiratorio con la vía aérea ocluida (P_{100} o $P_{0,1}$). Desde un punto de vista teórico, se considera que en ese momento tan temprano el impulso ventilatorio es “puro” (tal como ha sido generado en los centros ventilatorios), y todavía no se halla contaminado por las múltiples aferencias del sistema respiratorio ni por el control voluntario del mismo. La presión de oclusión puede determinarse en situación basal o bien durante la estimulación con mezclas gaseosas ricas en CO_2 o pobres en O_2 . Tiene el inconveniente de presentar una muy amplia variabilidad interindividual e intraindividual.

Sus indicaciones son el estudio de los síndromes de hipoventilación y, sobre todo, los estudios fisiopatológicos de investigación. No tiene contraindicaciones importantes.

Se precisa de un manómetro para determinar la presión en boca, que permita una buena discriminación temporal, y un sistema de oclusión de la vía aérea.

Requiere de personal médico o de enfermería debidamente entrenado.³⁴

6.4.3. Estímulo de los centros y vías nerviosas relacionadas con la ventilación:

La respuesta ventilatoria ante determinados estímulos permite evaluar la integridad y adecuación del circuito neuromuscular. Especial interés revisten las respuestas a la hipercapnia, la hipoxia y el ejercicio. Puede realizarse mediante maniobras voluntarias y también mediante estimulación de naturaleza física o química.

Las técnicas más conocidas de estimulación física son la eléctrica y la magnética, mientras que entre las de estimulación química destacan la inhalación de diferentes mezclas de gases.³⁴

6.4.3.a. Estimulación física³⁴:

Aunque eran habituales en el campo de la neurofisiología clínica, este tipo de técnicas se han desarrollado de forma significativa en los últimos tiempos, habiéndose incorporado a los laboratorios de exploración funcional respiratoria. Son fundamentalmente dos, atendiendo a la modalidad del estímulo: la estimulación eléctrica y la estimulación magnética. Ambas tienen en común la posición recomendada para el paciente y el volumen pulmonar al que se aconseja realizar la prueba. Se fundamentan en que el diafragma está innervado exclusivamente por los nervios frénicos, cuya estimulación (*"twitch"*) nos aporta una medida de su circuito neuromuscular de manera directa e independiente de otros estímulos o reflejos. Asimismo, la superposición de la estimulación frénica durante una máxima contracción nos aporta datos sobre la presión máxima que el diafragma puede producir. También pueden estimularse directamente los centros corticales y del tallo encefálico relacionados con la ventilación.

- Estimulación eléctrica: Es la técnica clásica de estimulación física. Se basa en la inducción de actividad en el nervio frénico mediante el empleo de agujas o electrodos. Para obtener actividad eléctrica y valorar la integridad del circuito neuromuscular puede realizarse unilateralmente, mientras que para valorar la actividad mecánica del diafragma se hace necesaria la estimulación simultánea bilateral. La

estimulación eléctrica se ha ido abandonando progresivamente por su complejidad y por ser dolorosa para el paciente.

La principal ventaja de la estimulación eléctrica es que se trata de una técnica más específica del nervio frénico, y, por tanto, del diafragma. Su mayor desventaja es que se trata de una modalidad dolorosa para el paciente. En ocasiones es difícil conseguir el contacto adecuado entre el electrodo y la zona contigua al nervio, debido a la configuración cervical del paciente.

- Estimulación magnética: Esta modalidad se ha ido desarrollando en la última década y obvia el problema del dolor. Consiste en un estimulador que genera un campo magnético focal capaz de despolarizar las estructuras nerviosas subyacentes, que a su vez transmitirán el estímulo. Aunque la técnica es sencilla, el coste del material es todavía muy elevado. Por otra parte, las respuestas mecánicas obtenidas son bastante menores que las que provoca la estimulación eléctrica.

La ventaja fundamental de la estimulación magnética es que se trata de una técnica no dolorosa, que permite una fácil valoración de la actividad no voluntaria del diafragma. Es más sencilla en su realización y no precisa de personal tan experto como en el caso de la estimulación eléctrica. Además, la localización del lugar óptimo para la estimulación no es tan laboriosa. Por contra, su mayor desventaja es la menor especificidad en la estimulación, ya que se pueden estimular otras raíces cervicales (u otras áreas corticales en caso de estimulación transcraneal).

En ambas técnicas el sujeto permanecerá sentado y relajado, en una silla con respaldo suficiente como para mantener la espalda recta. Deberá dejar al descubierto el cuello tanto a nivel posterior como anterior. No requieren otra preparación especial. La estimulación se efectúa a nivel cervical, en áreas adyacentes al trayecto del nervio frénico.

La estimulación frénica debe realizarse a nivel de capacidad funcional residual (CFR), ya que ese es el volumen más estandarizado.

La respuesta a la estimulación diafragmática puede ser valorada en términos de producción de fuerza contráctil. Dicha fuerza o tensión se puede evaluar por medición de la presión generada (a nivel de boca, esófago y transdiafragmática), por valoración de la señal eléctrica inducida, o por los sonidos derivados de la contracción. Las 2 primeras son las más comunes en la clínica, mientras que la tercera (fonomiografía) se halla más circunscrita al campo de la investigación.

La respuesta muscular puede también valorarse mediante técnicas de origen neurofisiológico si se dispone de un medidor de señales electromiográficas. Este estudio, llamado electromiografía diafragmática se mencionará más adelante en el apartado 6.5.1.

6.4.3.b. Estimulación voluntaria. Máxima ventilación voluntaria (MVV):

Implica la inducción voluntaria de hiperventilación por parte del propio sujeto. Se trata de la realización de inspiraciones rápidas y forzadas, movilizand o la máxima cantidad de aire por 15 s. Una variante es la determinación de la máxima ventilación sostenible (MVS). Es decir, la máxima ventilación voluntaria que puede mantenerse al menos 15 min. Los requerimientos son mínimos (basta cualquiera de los sistemas que permiten medir el volumen de aire ventilado) y para su realización sólo debe contarse con personal asistencial con un mínimo entrenamiento.³⁴

La resistencia de los músculos respiratorios a la fatiga puede determinarse indirectamente a partir de una observación clásica, sencilla y reproducible de la ventilación voluntaria máxima. Se admite que una MVV igual o inferior al máximo volumen respiratorio teórico (calculado como $FEV_{1 \times 30}$) indica una reducción de la resistencia a la fatiga.⁵³

6.4.3.c. Estimulación química. Estimulación con mezcla de gases³⁴:

Fundamentalmente de tipo hipóxico o hipercápnico. La hipercapnia es el principal estímulo ventilatorio. La relación entre ventilación alveolar (VA) y presión parcial de CO_2 en sangre arterial ($PaCO_2$) es prácticamente lineal, aunque la inclinación de la recta varía en función de la sensibilidad a los cambios de CO_2 . Diversos factores, entre los que destacan la edad, el nivel de conciencia, entrenamiento, fármacos, cargas ventilatorias del sistema y la

presión parcial de oxígeno en sangre arterial (PaO_2), pueden modificar la sensibilidad al CO_2 .

La hipoxemia también influye en la respuesta ventilatoria, aunque es un estímulo de menor potencia que la hipercapnia. El nivel de PaO_2 mantiene una relación hiperbólica con el nivel de ventilación alveolar. La edad, entrenamiento, lugar de residencia y nivel de PaCO_2 influyen en la inclinación de la curva de respuesta a la hipoxemia.

Es necesario contar con un sistema de administración del gas, aunque, en el caso del estímulo hipercápnico, un simple circuito de reinspiración puede bastar. Este método consiste en hacer reinspirar al sujeto su propio aire espirado, con lo que el nivel de CO_2 en la mezcla va aumentando progresivamente. Naturalmente, si no se dispone de un sistema adecuado, esto se acompaña de cambios en el nivel de O_2 , por lo que no se trataría de un estímulo puro. Una de las variantes se realiza mediante una bolsa de unos 3-5 l que inicialmente se rellena con 6% de CO_2 . La variabilidad intraindividual e interindividual de esta prueba es muy amplia.

Las pruebas de estimulación con mezcla de gases se indican ante una sospecha de sensibilidad disminuida a la hipercapnia o a la hipoxia.

6.4.3.d. Estimulación ventilatoria con el ejercicio. Pruebas de esfuerzo³⁴.

La actividad física intensa también implica un aumento de la ventilación para satisfacer las necesidades metabólicas. Este aumento es simultáneo al inicio del ejercicio, por lo que precede a los cambios en los gases sanguíneos. Se cree que depende de estímulos ventilatorios directos procedentes del sistema neuromuscular, el córtex cerebral y/o el sistema cardiovascular. En una segunda fase, la respuesta ventilatoria al ejercicio también se hallará modulada por los cambios en los niveles de O_2 y CO_2 .

Los cambios en la ventilación se estudian de forma rutinaria en la mayoría de pruebas de ejercicio máximo y submáximo, pues el control de las variables del patrón ventilatorio es imprescindible en algunos cálculos metabólicos como el consumo de oxígeno (VO_2) y la producción de CO_2 (VCO_2).

6.5. Pruebas útiles para valorar la transmisión del estímulo.

Electromiografía diafragmática:

Se evalúa mediante la estimulación de las estructuras nerviosas implicadas (fundamentalmente el córtex cerebral, estructuras del tronco encefálico y nervio frénico, que inerva al diafragma), y recogida de la señal muscular, como se ha desarrollado en el apartado previo. Se destaca aquí la electromiografía diafragmática.

6.5.1 Electromiografía diafragmática:

La respuesta muscular puede también valorarse mediante técnicas de origen neurofisiológico si se dispone de un medidor de señales electromiográficas (electromiografía). Entre las variables a determinar destacan fundamentalmente dos: el tiempo de transmisión del estímulo (también llamado tiempo de latencia, período que transcurre entre la descarga de éste y la señal electromiográfica), y el componente motor del potencial de acción, que es la expresión de la intensidad de la señal.^{34,40}

Los 2 electrodos de recogida (generalmente, electrodos de superficie) suelen colocarse en la pared torácica. El electrodo activo a nivel del 7º espacio intercostal, en la línea media claviclar, y el electrodo indiferente sobre el apéndice xifoides. Sin embargo, su especificidad no es muy alta, por lo que para fines investigadores se recomienda la recogida de la señal con electrodos esofágicos (colocados en sondas específicas).³⁴

7. LA EVENTRACIÓN DIAFRAGMÁTICA

Tal como desarrollamos más ampliamente en el punto 1.1. de la Introducción, definimos la eventración diafragmática como la elevación anormal y permanente de una parte o de todo el diafragma sin presentar defectos de continuidad.

7.1. Historia

La primera eventración diafragmática fue publicada en 1774 por Jean Louis Petit, como hallazgo durante una autopsia.^{9,11,54}

No se demoró mucho tiempo en relacionarla con algunas infecciones como causas de la parálisis del diafragma.

El mismo Pasteur, un siglo más tarde que la descripción de Petit, en 1890, describió tres casos de elevación del hemidiafragma durante una epidemia de difteria.⁹

En 1935, Reed y Borden señalaron como posibles causas de la parálisis diafragmática la difteria, el sarampión, la fiebre tifoidea, la fiebre reumática, la tuberculosis, la neumonía, la espondilitis, la fractura o luxación de la columna vertebral, la neuritis alcohólica, la mediastinitis, la corea de Huntington, el absceso subfrénico y la pericarditis.⁹

Durante la epidemia de poliomielitis a mediados del siglo XX, varios autores describieron la parálisis diafragmática como una temida complicación, siendo bilateral en muchos de estos casos.⁹

Según una revisión de la bibliografía efectuada en 1959 por el Grupo del Hospital de Copenhague, hasta el 1954 se habían reportado en la literatura mundial 300 casos, pero sólo muy pocos habían sido operados.⁹ Ya desde aquellos años existía cierta controversia en su denominación, por lo que algunos hablaban de “verdadera eventración” para las de origen congénito distinguiéndolas de las parálisis diafragmáticas y otros llamaban a todas “eventración” sin depender de su origen.⁹

En el mismo artículo, Christiensen señalaba que la eventración diafragmática rara vez era causa de síntomas en personas de 1 a 40 años de edad (a diferencia de los menores de un año en quienes solía ser mortal). Sin embargo su diagnóstico se incrementaba gradualmente en adultos asintomáticos, probablemente debido a los controles radiográficos de rutina que comenzaron a realizarse con mayor frecuencia en la época. Por otro lado, cuando la eventración diafragmática era sintomática podía evolucionar con una pronunciada y discapacitante disnea que justificaba la cirugía. Del mismo modo, la presencia de atelectasias, neumonías basales y los síntomas

dispépticos (ocasionados por el ascenso y rotación del estómago), también eran indicación de cirugía.⁹

El tratamiento quirúrgico más aceptado por aquellos años ya era la realización de pliegues en el diafragma para lograr su descenso y tensión apropiados. Principalmente, su abordaje era por toracotomía.

Esta técnica se debe a Morrison (1923) quien fue el primero en publicar este procedimiento para el tratamiento de una eventración diafragmática por vía torácica.⁴

Desde entonces se han realizado diferentes técnicas quirúrgicas como la resección del diafragma atrófico y sutura o sustitución del mismo por mallas protésicas. Sin embargo, los buenos resultados funcionales quedaban opacados por la necesidad de realizar una toracotomía o una laparotomía como vía de abordaje. Por ello, esta cirugía quedó gradualmente en desuso.^{1,4}

Hacia la década de los años 90 del siglo pasado, con el advenimiento de las técnicas laparoscópicas y torascópicas, estos procedimientos fueron recobrando tímidamente su aceptación e indicación.¹

Sin embargo, muchos autores continúan efectuando este inusual procedimiento por toracotomía tal como se efectuaba hace más de medio siglo, sin incorporar a su práctica los beneficios de la cirugía mini-invasiva.^{18,20}

Debido a la infrecuente incidencia de eventraciones diafragmáticas sintomáticas de origen no maligno y al desconocimiento de esta técnica por parte de la población e incluso del conjunto médico (aún hoy en día), existen escasas publicaciones y pequeñas casuísticas en la literatura.¹

7.2. Etiología

La eventración diafragmática congénita es una anomalía rara que se produce por un defecto de la musculación del diafragma durante el período fetal. El hemidiafragma elevado muestra un aspecto macroscópico muy adelgazado y con escasas fibras musculares distribuidas irregularmente.⁵⁵ Puede asociarse a atrofias pulmonares u otras malformaciones. Es más frecuente en el lado izquierdo.⁵⁶ La forma bilateral es excepcional y conlleva una elevada mortalidad.

La parálisis diafragmática se produce por la lesión del nervio frénico en cualquier parte de su recorrido, aunque también puede deberse a una lesión medular por encima de las raíces nerviosas que lo forman.^{57,58} La lesión del nervio frénico provoca atrofia de la musculatura diafragmática y cambios degenerativos secundarios a la denervación. Su incidencia en adultos es baja, aunque suele subestimarse por la existencia de muchos casos asintomáticos.⁵⁷

La parálisis diafragmática puede originarse en causas iatrogénicas, traumáticas, neoplásicas, infecciosas, neurológicas o idiopáticas. Las causas iatrogénicas son de las más frecuentes, fundamentalmente en pacientes pediátricos por el uso de la hipotermia en las intervenciones de cirugía cardiaca, aunque también puede lesionarse el nervio frénico en las cirugías de cuello y tórax y en las maniobras de canalización de accesos venosos centrales. Dentro de las causas traumáticas destacan los traumatismos durante el parto en niños y los traumatismos cervicotorácicos.⁵⁹

El mecanismo de la lesión del nervio frénico puede ser por sección, tracción o estiramiento del nervio, isquemia por la manipulación de la arteria mamaria interna, electrocauterización, o hipotermia debido al uso de hielo o soluciones frías de lavado pericárdico⁵⁹

Entre las causas neoplásicas están los tumores malignos de pulmón, los timomas invasores, los linfomas y cualquier otra neoplasia que afecte al nervio frénico en su largo recorrido desde cuello hasta el diafragma. Las infecciones también pueden provocar una parálisis del nervio frénico, como ocurre con las infecciones por herpes zoster, al igual que las patologías neurológicas como la esclerosis múltiple, las neuritis, etc. Por último, existe un número importante de parálisis diafragmáticas idiopáticas, que se cree que pueden deberse a infecciones virales subclínicas.

7.3. Fisiopatología

La parálisis de un hemidiafragma puede producir intensas implicaciones en la fisiología respiratoria que incluyen: atelectasias, alteraciones de la ventilación/perfusión pulmonar, desplazamientos del mediastino hacia el lado contralateral con compresión de órganos vecinos, movimientos respiratorios

paradójicos, redistribución del flujo pulmonar del pulmón contralateral y empeoramiento en la espirometría. Como consecuencia de estos cambios fisiológicos puede resultar en un fallo respiratorio por insuficiencia respiratoria aguda (más común en la población pediátrica) o síntomas crónicos de disnea (más frecuentes en adultos).⁵⁷

La elevación de un hemidiafragma condiciona fundamentalmente la compresión del pulmón ipsilateral y un desplazamiento del mediastino hacia el lado opuesto. Estos trastornos se exacerban durante el decúbito supino por el ascenso de las vísceras abdominales.

Esta compresión pulmonar, principalmente ipsilateral, pero también contralateral, genera un síndrome restrictivo. Se añade a este último un “shunt” o alteración de la ventilación / perfusión secundario a amplias regiones del pulmón irrigadas pero atelectasiadas donde la hematosis no es efectiva.⁵⁷

En algunos casos, al disminuir la presión intratorácica durante la inspiración, el hemidiafragma parético y atrófico es “succionado” hacia el tórax con la consiguiente elevación del mismo; mientras que el otro hemidiafragma desciende al contraerse (movimientos respiratorios paradójicos).

De este modo, el hemidiafragma afectado puede tener un mínimo movimiento, estar fijo o tener intensos movimientos paradójicos. Estos últimos pueden conducir a un descenso en los volúmenes respiratorios y presiones transdiafragmáticas, que se traducen principalmente en disnea. En distintos artículos se describe que en los sujetos sometidos a una plicatura diafragmática estos parámetros muestran una marcada mejoría.⁶⁰

El exacto mecanismo por el cual se observa mejoría de los síntomas respiratorios del diafragma tras la plicatura es aún incierto, se le atribuye a una combinación de factores. Corrige la excursión patológica de los movimientos paradójicos, mejora la perfusión de las porciones basales del pulmón ipsilateral incrementando la relación ventilación/perfusión y disminuye la compresión pulmonar y del mediastino.⁵⁸ En estudios experimentales se muestra además, una mayor eficaz contractibilidad del hemidiafragma contralateral, hecho demostrado por Takeda, que estudió los efectos de la plicatura diafragmática sobre los mecanismos respiratorios en perros con lesión del nervio frénico.⁶¹

La parálisis de un hemidiafragma conlleva la reducción de entre un 20 y un 30% de la capacidad vital y de la capacidad pulmonar total. En los pacientes adultos, la repercusión clínica suele ser escasa, aunque algunos pueden presentar síntomas respiratorios crónicos.^{9,62}

En la parálisis diafragmática bilateral se produce una mayor reducción de la capacidad vital y de la capacidad pulmonar total, la cual puede llegar o superar el 50%.⁵⁵ La parálisis bilateral puede ser tolerada por el paciente adulto, pero a expensas de la utilización excesiva de la musculatura respiratoria accesoria, con intolerancia al decúbito supino (ortopnea), la aparición de infecciones respiratorias de repetición y una clara tendencia hacia la insuficiencia respiratoria crónica.⁶³

En los niños la afectación respiratoria es mayor, ya que la ventilación tiene mayor dependencia del movimiento del diafragma que la de los adultos, debido a que la musculatura accesoria de la respiración está menos desarrollada, las costillas están más horizontalizadas, el calibre del árbol traqueobronquial es menor, el mediastino es más móvil y permanecen más tiempo en la posición de decúbito. Por ello, la parálisis de un hemidiafragma puede ocasionar graves repercusiones respiratorias y la parálisis bilateral puede ser fatal sin el soporte de la ventilación mecánica.^{62,64}

Por otra parte, la falta de contención de las vísceras abdominales origina una alteración en la disposición anatómica del estómago (ascenso y rotación) e intestino, principalmente en las parálisis diafragmáticas izquierdas. Estos cambios pueden manifestarse en reflujo gastroesofágico, distensión abdominal, dispepsia postprandiales y meteorismo.⁹

7.4. Epidemiología

Si bien la eventración diafragmática es una entidad poco frecuente, su verdadera incidencia es difícil de estimar.^{4,65} Aunque suele subestimarse por la existencia de muchos casos asintomáticos, aún entre los sintomáticos, sólo pocos son tratados quirúrgicamente.^{1,57}

Tanto las formas congénitas como adquiridas son más frecuentes entre la población pediátrica, lo cual puede advertirse ante la mayor difusión en la bibliografía especializada en pediatría.

Sin duda, la eventración congénita del diafragma es una patología excepcional en el adulto. Predomina en el sexo masculino en el 75% de los casos, así como su localización a la izquierda en igual porcentaje.¹¹

Pero, en contraste con la lesión congénita, la eventración del diafragma secundaria a una lesión del nervio frénico, ocurre de modo más habitual en el lado derecho. Beeler (1959) encontró 150 casos de eventración entre 500.000 pacientes a los que les realizaron radiografía de tórax en la Clínica Mayo.¹¹

En un artículo publicado en el mismo año, en Dinamarca, refieren que hasta 1954 más de 300 casos de eventraciones diafragmáticas habían sido publicados pero solo unos poco operados. De 412.000 radiografías efectuadas por síntomas respiratorios en 5 años, solo en 32 casos se evidenció una eventración diafragmática. La mayoría de los casos de eventración fueron encontrados en el lado izquierdo, sin una clara diferencia entre el número de hombres y mujeres.⁹

Más recientemente se describe una incidencia en adultos de 1 caso de eventración diafragmática (congénita o adquirida) por cada 10.000 personas adultas.⁶⁶

Refiriéndose puntualmente a los pacientes pediátricos, López Vázquez y col., (1996) afirman que existen pocos trabajos que hayan estudiado la incidencia y los factores patogénicos implicados en la parálisis diafragmática secundaria a la cirugía cardíaca, no habiendo encontrado ningún estudio realizado en España. La incidencia varía según las series entre un 0,5 y un 10,5% de las cirugías de este tipo; dependiendo del tipo de cirugía, la edad de los pacientes, y los métodos diagnósticos utilizados. En estudios prospectivos que han utilizado métodos diagnósticos sofisticados la incidencia de disfunción diafragmática se encuentra alrededor del 10%, aunque tan sólo en un 1-3% de los pacientes la parálisis diafragmática produce sintomatología clínica. Estos autores encontraron en su serie una incidencia (similar a la de otras series pediátricas) del 2,3%.⁵⁹

7.5. Diagnóstico

La parálisis de un hemidiafragma se sospecha fundamentalmente por la clínica (movimiento paradójico, dificultad de retirada de la ventilación mecánica) y la elevación del mismo en la radiografía de tórax. Sin embargo, otros estudios complementarios (por ejemplo: radiografía de tórax, radioscopia, ecográficos, pruebas de función pulmonar o electromiografía) pueden ser útiles para confirmar, estimar el grado de afectación o valorar su evolución.

7.5.1. Clínica:

Tal como mencionamos previamente, ya en una publicación de 1959 se señalaba que la eventración diafragmática rara vez provocaba síntomas (a excepción de los neonatos y menores de un año de edad); sin embargo, su incidencia se incrementaba gradualmente en adultos debido a los controles radiográficos de rutina.⁹

El mismo autor añadía que estos pacientes inicialmente asintomáticos podían evolucionar con una pronunciada y discapacitante disnea, síntomas dispépticos o con la presencia de atelectasias y neumonías basales.⁹

La disnea es el síntoma más frecuente presentado en adultos con eventración diafragmática, la cual empeora típicamente con el decúbito supino. Otros síntomas respiratorios son la tos no productiva, el dolor torácico y las infecciones respiratorias recurrentes.⁴

En una reciente revisión de la literatura realizada por Gazala y col., afirman que los síntomas más comunes son la disnea y la ortopnea.⁶⁰

En pacientes con insuficiencia respiratoria y que requieren asistencia mecánica respiratoria con dificultad para el “destete” por una deficiente mecánica ventilatoria, debe sospecharse la eventración diafragmática. Su oportuna corrección quirúrgica puede facilitar la recuperación de la función respiratoria.⁴

Por otra parte, los síntomas digestivos (como la dispepsia, la epigastralgia la distensión abdominal o los vólvulos de vísceras abdominales) y síntomas

cardiológicos (como palpitaciones secundarias a arritmias por compresión y rotación cardíaca) pueden manifestarse aisladamente o asociados a la disnea.⁴

Menos frecuentemente, se han descrito algunos casos de pacientes asintomáticos o con insuficiencia respiratoria controlada que sufrieron una descompensación respiratoria al asociarse a otras patologías neumológicas.⁶⁷

7.5.2. Estudios complementarios:

Las radiografías de tórax PA y laterales simples son los principales estudios para confirmar la eventración diafragmática, aunque en muchas ocasiones son insuficientes para realizar un adecuado diagnóstico diferencial con otras alteraciones del diafragma.

La elevación del hemidiafragma no es un signo patognomónico de la eventración diafragmática, por lo que es necesario efectuar un diagnóstico de exclusión entre otras patologías, tales como: la hernia diafragmática, procesos abdominales (abscesos, tumores o signo de Chilaiditti), atelectasias, tumores de la base pulmonar o pleurales; por ejemplo.

Como hallazgos radiológicos indirectos pueden observarse la pérdida de volumen del pulmón afecto, las atelectasias basales y el desplazamiento mediastínico contralateral. Son además útiles las radiografías de tórax en decúbito supino o la tomografía computada que evidencian una mayor elevación del hemidiafragma.

En algunas ocasiones, la fluoroscopia demuestra el movimiento paradójico del hemidiafragma afecto, sobre todo, al realizar la maniobra de aspiración nasal brusca (también llamada con el término inglés: "*sniff*").^{57,58,62}

En pacientes sometidos a ventilación mecánica se puede realizar un estudio electromiográfico para certificar la lesión del nervio frénico. Sin embargo, al ser una técnica invasiva, no se recomienda su uso rutinario.^{34,62}

Las pruebas de función respiratoria son útiles para aportar un parámetro objetivo adicional de respuesta a la plicatura; sin embargo, hallazgos específicos en éstas, no condicionan la indicación quirúrgica de la plicatura, sino que ésta depende principalmente de los síntomas.⁵⁸

En la espirometría, además de la disminución de la capacidad vital y de la capacidad pulmonar total; puede mostrar una relación FEV₁/FVC normal, una

disminución del 20% de la FVC al pasar de la posición de bipedestación al decúbito supino.⁶⁸ La parálisis de un hemidiafragma conlleva la reducción de entre un 20 y un 30% de la capacidad vital y de la capacidad pulmonar total.⁶² Estos signos caracterizan a un Síndrome Respiratorio Restrictivo. Además suelen asociarse a una disminución de los PEF y PIF.

En la medición de las presiones en la boca puede objetivarse una disminución de las presiones espiratorias e inspiratorias máximas (PEM y PIM).

La P_{aO_2} suele ser normal o algo disminuida, pero empeora al adoptar el decúbito supino.⁶⁸

En el adulto es raro encontrar una eventración diafragmática congénita. En estos casos, la Tomografía Computadorizada (TC) puede evidenciar otras alteraciones congénitas asociadas. Incluso, estos mismos hallazgos, pueden ser los que orientan hacia una causa de la eventración diafragmática como congénita y no adquirida.⁵⁶

Como la gran mayoría de las eventraciones son adquiridas, y pueden deberse a diferentes etiologías, algunos autores recomiendan incluir en el estudio diagnóstico la realización de una TC cervicotorácica y de abdomen superior para descartar neoplasias cervicales, mediastínicas o pulmonares y patología subdiafragmática como abscesos o el síndrome de Chilaiditi.⁴

La ecografía abdominal y pleural nos puede ayudar en la visualización de la integridad y motilidad del diafragma y si existe asociación con otras patologías abdominales que puedan ocasionar síntomas digestivos.⁶⁸

La RNM puede ser útil en los casos donde es difícil el diagnóstico diferencial entre eventración y hernia diafragmática. En raras ocasiones es preciso recurrir a la práctica de una exploración radiológica tras la realización de un neumoperitoneo y en casos excepcionales, se debe realizar el diagnóstico en el acto quirúrgico mediante una toracoscopía.

Con respecto a la población pediátrica en el postoperatorio de cirugía cardiovascular, el diagnóstico de la parálisis diafragmática puede verse dificultado debido a que la sintomatología clínica es muy variable, desde pacientes asintomáticos a insuficiencia respiratoria grave, presentándose frecuentemente como dificultad de retirada de ventilación mecánica. A los métodos diagnósticos clásicos (clínica, radiología convencional y radioscopia),

han de añadirse la ecografía, pruebas de función pulmonar y la electromiografía, que permiten un diagnóstico más sensible y específico a la cabecera del paciente.⁵⁹

7.6. Pronóstico y tratamiento

El tratamiento de elección para los casos sintomáticos en adultos es el quirúrgico. Como se tratará más adelante en el apartado correspondiente, en la población pediátrica la indicación es más controvertida.

En los pacientes con eventraciones diafragmáticas de reciente diagnóstico se recomienda realizar un seguimiento durante al menos seis meses, ya que en algunos casos se han descrito remisiones espontáneas en este tiempo, fundamentalmente en niños.⁵⁷

Otros autores aconsejan prolongar este tiempo de expectación a un año. Se han descrito casos aislados con recuperación espontánea completa en períodos más prolongados, como por ejemplo en 21 meses en un paciente adulto.⁶⁹

Para Vázquez López y col, el tiempo de recuperación de la parálisis diafragmática es variable, siendo el período de recuperación proporcional al grado de lesión. Los cambios de mielinización con poco daño del nervio frénico tienen un mejor pronóstico y mayor recuperación, mientras que la transección completa o lesión del nervio y la vaina son menos frecuentes y con peor pronóstico. Pero en general, la mayoría de las parálisis diafragmáticas postquirúrgicas en niños (hasta un 85%) se recuperan espontáneamente, aunque muchas siguen presentando pequeñas alteraciones subclínicas.⁵⁹

En los casos de parálisis frénica postoperatoria, el mejor tratamiento comienza por una adecuada prevención intraoperatoria. Esta debe centrarse en la manipulación cuidadosa del nervio frénico durante la intervención y evitar, si es posible, la aplicación de hielo sobre el pericardio en las cirugías cardíacas. Algunos trabajos han demostrado que con la utilización de protectores del nervio frénico de polipropileno, que se colocan recubriendo por dentro la membrana pericárdica, disminuyó la incidencia de la parálisis diafragmática de

un 10% a un 3%. También el uso juicioso de la electrocauterización puede minimizar la incidencia de esta lesión.⁵⁹

7.6.1. Tratamiento médico:

El tratamiento médico consiste en efectuar medidas terapéuticas o paliativas para intentar mejorar la mecánica ventilatoria y evitar las complicaciones. La fisioterapia respiratoria, los mucolíticos, la oxigenoterapia domiciliaria y ciertas normas posturales y dietéticas pueden contribuir a mejorar la calidad de vida de estos pacientes.⁴

El tratamiento médico se reserva para las eventraciones de origen oncológico, para los pacientes inoperables por un elevado riesgo quirúrgico, para los casos de reciente diagnóstico o para los pacientes que rechazan la cirugía.⁴

En los pacientes asintomáticos se recomienda realizar un seguimiento clínico-radiológico.⁴

En el trabajo de Freeman y col., de los 7 pacientes adultos que no aceptaron la cirugía, ninguno ha referido mejoría durante su seguimiento ; 3 pacientes tuvieron que ser dados de baja de sus trabajos por discapacidad y requirieron varios ingresos hospitalarios con clínica respiratoria. En contrapartida, en el grupo de pacientes intervenidos, la gran mayoría retornó a sus tareas habituales después de los 6 meses postoperatorios y ninguno precisó ingresos hospitalarios.⁵⁷

Del mismo autor, pero tres años más tarde (2009), en un artículo se compara 30 pacientes que han sido sometidos a plicatura diafragmática por VATS con 11 pacientes intervenidos por toracotomía y con 7 pacientes no intervenidos. Éste destaca una mejoría de las pruebas funcionales y de su disnea en todos los pacientes operados, en contraste con frecuentes hospitalizaciones por síntomas respiratorios y discapacidad laboral en el grupo de los no operados.^{60,70}

Sin embargo, la conducta en las parálisis diafragmáticas postoperatorias de la población pediátrica no es tan clara. En 1996, Vázquez López y col. opinaban que el tratamiento en estos casos debe ser inicialmente conservador, colocando al paciente en posición semi-incorporada para favorecer el descenso

de la cúpula diafragmática, aumentando así la capacidad residual funcional. Si requieren ventilación mecánica los pacientes pueden precisar utilización de PEEP o CPAP (presión continua en la vía aérea) y presión de soporte para mantener una capacidad residual suficiente.⁵⁹

Sin embargo, diversos autores han recomendado realizar la plicatura diafragmática cuando el paciente no pueda ser retirado de la ventilación mecánica en 2 a 4 semanas. La plicatura diafragmática puede ser realizada fácilmente con mínima morbilidad. Parece claro que la necesidad de plicatura diafragmática debe ser determinada basándose en la edad del paciente, la repercusión clínica y los cambios esperados en la recuperación del diafragma.⁵⁹

Argumentando que grandes eventraciones asintomáticas en niños podrían interferir con el normal desarrollo del pulmón (que en condiciones normales persiste hasta los 8 años de edad), algunos autores incluyen este criterio entre las indicaciones de la corrección quirúrgica.^{56,71}

7.6.2. Tratamiento quirúrgico:

7.6.2.a. Indicaciones y contraindicaciones:

Las principales indicaciones de la corrección quirúrgica de una eventración diafragmática son⁵⁶:

- Presencia de síntomas respiratorios: disnea, neumonías a repetición, tos, etc.
- Presencia de síntomas digestivos: dispepsias, distensión gástrica, epigastralgias, etc.
- Grandes eventraciones asintomáticas en niños, ya que podrían interferir con el normal desarrollo del pulmón.
- Imposibilidad para el destete de la ventilación en pacientes seleccionados.

No está indicada la cirugía en los pacientes asintomáticos o en las que la eventración tiene un origen neoplásico.

7.6.2.b. Técnica quirúrgica:

Desde que en 1923 Morrison realizó la primera corrección quirúrgica de una eventración diafragmática se han propuesto diferentes técnicas quirúrgicas como tratamiento de las eventraciones diafragmáticas.

Desde 1959 se habían descrito varias técnicas, como por ejemplo: la resección parcial diafragmática y sutura en varios planos con material no reabsorbible, colocación de malla o injertos de fascia lata.⁹

La plicatura diafragmática (con todas sus variantes) es sin duda la más frecuente, más allá de la vía de abordaje empleada. Este procedimiento se ha propuesto por vía torácica (toracotomía, VATS, mini toracotomías asistidas por vídeo y toracoscopias puras) o por vía abdominal (laparotomía y laparoscopia).

Los principales conceptos de este procedimiento se describen en el punto 1.3. de la Introducción.

Este procedimiento no se reserva exclusivamente para el tratamiento de la eventración diafragmática, sino que entre sus indicaciones también se encuentran las fenestraciones diafragmáticas relacionadas o no con el neumotórax catamenial^{72,73} y otras infrecuentes indicaciones destinadas a evitar ciertas complicaciones de las neumonectomías; como por ejemplo: para disminuir la respiración paradójica tras una neumonectomía ampliada⁷⁴; en el síndrome de la platipnea- ortodeoxia postneumonectomía⁷⁵ y para el cierre de la brecha diafragmática tras la elaboración de un colgajo para la cobertura del muñón bronquial postneumonectomía.⁷⁶

Entre las variantes de la plicatura diafragmática propuestas por distintos autores se pueden mencionar⁷⁷:

- Suturas continuas en varios planos imbricantes.⁵⁴
- Puntos separados en « U » o en acordeón.⁵⁷
- Esta técnica es también llamada de Schwartz-Filler.^{12,78}
- Plicatura en « T », utilizada principalmente por vía abdominal para evitar la realización de puntos « a ciegas » en la región mediastínica más cercana al corazón.⁵⁸
- Plicaturas con refuerzo con mallas protésicas irreabsorbibles⁷⁹
- Plicaturas en jareta o con suturas en « bolsa de tabaco »¹²

- Plicaturas en « solapa », que se realizan haciendo un gran pliegue que se sutura en su base y el extremo de mismo de vuelve a suturar sobre el diafragma ya tenso.¹²
- Con sutura mecánica sin sección, lo cual facilita su realización por toracoscopia pura.⁸⁰

Más recientemente se ha descrito la reinervación del hemidiafragma con técnicas de reconstrucción nerviosa (neurólisis, colgajos de interposición o neurotonización).⁸⁷

Otros tratamientos se encuentran aún en fase experimental, como la restauración de la función diafragmática mediante la re-inervación con el nervio laríngeo inferior en conejos practicada en un estudio reciente.

Los buenos resultados funcionales estas cirugías quedaban empañados por la necesidad de realizar una toracotomía o una laparotomía como vías de abordaje. Por ello, esta cirugía quedó en desuso hasta la última década del siglo pasado. A partir de entonces ha vuelto a resurgir junto a los avances técnicos que se han producido en el campo de la cirugía video-asistida.⁴

7.6.3. Marcapasos respiratorio

Este tratamiento (también llamado marcapasos frénico o estimulador de nervio frénico) tiene indicaciones excepcionales y precisas.

La principal indicación es la parálisis diafragmática bilateral secundaria a lesión de la primera motoneurona.⁸¹ Estas pueden ser consecuencia de traumatismos asociados frecuentemente a cuadriplejias, hemorragias, infartos, enfermedades desmielinizantes, tumores o radioterapia.⁸²

Otra indicación para la utilización del marcapasos respiratorio y que nada tiene que ver con la parálisis diafragmática es la hipoventilación alveolar central o síndrome de Ondine. Esta se caracteriza por una disminución de respuesta de los quimiorreceptores medulares de la P_aCO_2 , por lo que no se produce el

aumento fisiológico compensatorio de la ventilación ante el incremento de la P_aCO_2 y la disminución del pH.⁸²

Durante el día, esta situación es parcialmente compensada por las influencias corticales, pero durante el sueño, al perderse este influjo, la situación se precipita, apareciendo hipoxemia e hipercapnia que puede desembocar en acidosis respiratoria.

Afecta, sobre todo, a niños, manifestándose clínicamente por la aparición de dificultad para concentrarse, retraso en el desarrollo intelectual, hipersomnolencia e incluso hipertensión pulmonar y *cor-pulmonale*. Cuando aparece en adultos, habitualmente en la tercera y cuarta décadas de la vida, la manifestación clínica fundamental es la aparición de hipersomnolencia diurna progresiva, que puede evolucionar a un estado estuporoso y desembocar en una situación de coma acidótico.³⁸

Es indispensable que el paciente tenga un nervio frénico intacto y un diafragma con capacidad funcional (se confirma mediante la estimulación transcutánea del nervio frénico). Un transmisor de radio o generador externo (situado encima de la piel del tórax) produce unas ondas de radiofrecuencia.

Estas ondas se conducen a través de la piel y son recogidas por un receptor (en el tejido celular subcutáneo), el cual las convierte en impulsos eléctricos. Los impulsos eléctricos son conducidos por un electrodo hasta el nervio frénico. La estimulación del nervio frénico provoca la contracción diafragmática y cuando cesa el estímulo eléctrico, el diafragma se relaja pasivamente y se produce la espiración hasta que se inicia un nuevo ciclo.

La colocación del electrodo sobre el nervio frénico se puede realizar mediante una cervicotomía o por toracoscopia, donde su identificación es más fácil y es menos probable lesionarlo.¹

7.7. Eventración diafragmática en pacientes pediátricos:

Si bien en este trabajo analizamos la eventración diafragmática en el adulto y su tratamiento quirúrgico, en los niños, esta patología presenta ciertas particularidades dignas de mencionar.

Las causas congénitas son mucho más frecuentes que en el adulto. Dentro de las adquiridas la mayoría son provocadas por lesión traumática de causa obstétrica o como secuela quirúrgica.¹²

Las lesiones del nervio frénico secundarias a las cirugías de las cardiopatías congénitas se originan principalmente en la cardioplegia con frío, por lesión nerviosa directa. Son las más frecuentes en los niños.^{83-85, 88}

Los casos sintomáticos suelen relacionarse con dificultad respiratoria o bronquiolitis a repetición.¹²

Las manifestaciones clínicas de la parálisis diafragmática dependen del grado de lesión del nervio, de la edad del paciente y del estado cardiovascular y respiratorio. En algunos casos, principalmente en niños mayores y adultos con parálisis unilateral, ésta puede pasar desapercibida al no producir síntomas. Por el contrario, en neonatos y lactantes pequeños, sobre todo si la parálisis es bilateral y si se acompaña de otras alteraciones respiratorias o hemodinámicas, puede producir insuficiencia respiratoria grave. El diagnóstico temprano de parálisis diafragmática es difícil ya que, la mayor parte de los pacientes están en ventilación mecánica con presión positiva que mantiene el diafragma en posición normal. Se debe sospechar el diagnóstico cuando no se puede realizar una disminución de la asistencia respiratoria en el postoperatorio de cirugía cardiovascular, sin que existan causas hemodinámicas o respiratorias que lo justifiquen o ante la presencia de atelectasias unilaterales persistentes.

La parálisis diafragmática produce, en general, mayor sintomatología en pacientes menores de 2 años por varios factores: El lactante presenta debilidad de los músculos intercostales y los músculos accesorios cervicales siendo la ventilación casi totalmente dependiente de la contracción del diafragma. Si existe parálisis unilateral se pierde aproximadamente el 50% de la función pulmonar.

Los lactantes tienen mayor movilidad mediastínica y de la caja torácica. En la parálisis frénica, éstos pueden presentar movimiento paradójico de ambos hemitórax durante la inspiración espontánea.

Por último, el lactante tiene un pequeño calibre intrabronquial en relación con el adulto y requiere en condiciones normales un mayor trabajo muscular para vencer su resistencia, lo cual facilita la obstrucción y atelectasia por retención de secreciones.

Existe cierta controversia en relación al pronóstico e indicación quirúrgica en los casos asintomáticos.

Así pues, para Vázquez López y col, aunque algunos autores hayan referido que los pacientes pediátricos con parálisis diafragmáticas presentan un aumento de mortalidad hasta de un 10%, ningún paciente falleció en su serie y presentaron una duración de la parálisis de 8 días a 2,5 años (media 5,1 meses), aunque en el seguimiento a largo plazo ninguno tuvo sintomatología clínica secundaria a la parálisis. Un sólo paciente precisó plicatura del diafragma, tras dificultad respiratoria con ventilación mecánica de 2 meses de duración, extubándose con éxito tras la plicatura.⁵⁹

Algunos autores sostienen que la compresión pulmonar ejercida por el hemidiafragma elevado puede alterar el normal desarrollo pulmonar que continúa hasta los 8 años de edad.¹² Siguiendo este criterio, aconsejan la corrección quirúrgica si la elevación radiológica del hemidiafragma supera los dos arcos costales posteriores.¹²

Los mismos criterios de indicación quirúrgica fueron propuestos para aquellos pacientes menores de 8 años con ocupación del tórax por vísceras abdominales consecuentes a una hernia diafragmática congénita.¹⁶

En los neonatos y pacientes pediátricos, la distinción entre las formas adquiridas o congénitas podría tener un significado práctico relacionado a la oportunidad quirúrgica: inmediata, en las eventraciones congénitas; o diferida en las parálisis (ya que algunas pueden revertir espontáneamente después de algunos meses). Además se debe descartar una probable asociación a otras alteraciones en las causas congénitas.^{9,12}

Simanski compara los resultados de las plicaturas diafragmática en 12 adultos y 10 pediátricos de plicaturas diafragmáticas en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, con dificultad para destetar a los pacientes de la ventilación mecánica. En el grupo pediátrico se obtuvieron mayores éxitos en

cuanto al destete de estos pacientes. Sin embargo los resultados fueron mejores en adultos para los síntomas crónicos.⁸³

La plicatura del hemidiafragma es un tratamiento aceptado en pacientes pediátricos con mejorías significativa de los síntomas respiratorios asociada a una baja morbilidad, como lo demuestran varias series.⁷¹

Sin embargo, este mismo tratamiento en adultos permanece excepcional.⁸⁶

Las complicaciones de la parálisis del diafragma varían según las distintas series, hasta un 79% de complicaciones según algunos autores. Si no se diagnostica correctamente, predispone al desarrollo de atelectasias, neumonías recidivantes y aspiración en el hemitórax afecto, e incluso arritmias cardíacas, pudiendo dar lugar a insuficiencia respiratoria crónica por fatiga del diafragma sano por sobrecarga muscular mantenida.⁵⁹

.

II. OBJETIVOS

II. OBJETIVOS

1. OBJETIVO PRINCIPAL:

Analizar los resultados a los 3, 6, 12 y más de 30 meses postoperatorios de las plicaturas diafrágicas por Mini-Toracotomía Video-Asistida efectuadas en pacientes adultos con eventraciones diafrágicas unilaterales de origen no neoplásico.

- 1.1.** Destacar los efectos de la corrección diafrágica por Mini-Toracotomía Video-Asistida sobre los síntomas preoperatorios respiratorios.
- 1.2.** Comparar los valores espirométricos preoperatorios y del seguimiento postoperatorio.
- 1.3.** Analizar los cambios radiológicos consecuentes a la Plicatura diafrágica en adultos y buscar una correlación con los cambios clínicos.
- 1.4.** Valorar la seguridad de la Plicatura diafrágica por Mini-Toracotomía Video-Asistida

2. OBJETIVOS SECUNDARIOS:

- 2.1.** Describir las características epidemiológicas de los pacientes con eventración diafrágica sometidos a una plicatura por Mini-Toracotomía Video-Asistida en el Complejo Hospitalario Universitario de Albacete.
- 2.2.** Valorar el grado de difusión e indicación de la plicatura diafrágica por Mini-Toracotomía Video-Asistida por parte del personal sanitario a nivel nacional y a nivel local (Comunidad de Castilla la Mancha).

3. JUSTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE LA EVENTRACIÓN DEL DIAFRAGMA Y DE LA PLICATURA :

La baja incidencia de la eventración diafragmática provoca dificultades diagnósticas y de manejo terapéutico, siendo difícil establecer un protocolo de actuación que tenga verdadera difusión entre los médicos de Atención Primaria, de Medicina Interna y Neumología de las distintas regiones sanitarias que integran la Comunidad Castellano-Manchega.

Basándonos en nuestra experiencia inicial, hemos realizado algunas comunicaciones en Sesiones Clínicas regionales donde comprobamos cierto desconocimiento de la indicación quirúrgica de esta patología y de sus resultados. Además pudimos comprobar que muchos de los pacientes con eventración diafragmática finalmente remitidos a nuestra consulta, habían sido sometidos a costosos e ineficaces tratamientos durante varios años. Algunos, incluso presentaban un manifiesto y progresivo deterioro de su calidad de vida.

Aún en Congresos de la Especialidad de Cirugía Torácica (tanto internacionales como nacionales) hemos percibido un notable interés por parte de varios cirujanos en nuestra experiencia sobre este tema, quienes manifestaron estar muy poco familiarizados con esta técnica.

Por otra parte, las revisiones bibliográficas no aportan más que series escasas. Son raros los trabajos publicados en lengua inglesa que aportan series mayores a 15 casos de eventraciones diafragmáticas en adultos tratados quirúrgicamente con técnicas mini-invasivas. Estos no existen en lengua castellana. La mayoría de los artículos describen casos anecdóticos. Los resultados son difíciles de comparar debido a la disparidad de criterios quirúrgicos y de nomenclatura. Pocas conclusiones se extraen de su lectura.

Aunque el estudio de una patología de baja incidencia no parece prioritario, debemos recordar que la eventración diafragmática, cuando se torna

sintomática en pacientes no oncológicos, es una patología que suele ser progresiva y devastadora para la calidad de vida de los pacientes afectados.

En muchos de estos casos ocasiona invalidez, con requerimiento de oxigenoterapia domiciliaria, bajas laborales y múltiples ingresos hospitalarios; que se traduce además en costes sanitarios no despreciables.

Por todo esto, creemos que es preciso revisar los resultados de esta cirugía a corto y largo plazo para valorar la eficacia de la misma y si procede, difundir sus beneficios a nivel regional y nacional.

III. METODOLOGÍA

III. METODOLOGÍA

1. MÉTODO DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN GENERAL

El presente estudio se compone de varias secciones con distintas metodologías para abordar de un modo más integral la situación regional y general del tratamiento con cirugía mini-invasiva de la eventración diafragmática; y de este modo poder alcanzar todos los objetivos propuestos en esta tesis. Estas secciones con distintas herramientas metodológicas se mencionan a continuación, para ser desarrolladas en forma individual en los apartados siguientes.

Para valorar el grado de difusión en la bibliografía del tema que nos ocupa (correspondiente al **Objetivo 2.2.**), se realizó una estructurada y exhaustiva revisión de la literatura centrada en la plicatura diafragmática como tratamiento de la eventración o parálisis del diafragma en pacientes adultos (Revisión Sistemática). Sucesivamente se restringió la búsqueda según un algoritmo estructurado hasta obtener los Estudios incluidos en la Revisión Sistemática.

Mediante distintas tablas se definió la cantidad y características de los artículos seleccionados y finalmente se los comparó con el presente trabajo (Se detallará el método de la Revisión Sistemática de la literatura en el punto 3.1. de este mismo bloque).

A continuación, se realizó un estudio longitudinal o de seguimiento retrospectivo de todos los pacientes sometidos a una plicatura diafragmática por Mini-Toracotomía Vídeo-Asistida de forma consecutiva en el Servicio de Cirugía Torácica del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete.

Se efectuó la recopilación de los datos de las Historias Clínicas en relación a:

- Preoperatorio, acto quirúrgico y postoperatorio inmediato.
- Revisiones postoperatorias de los 3, 6 y 12 meses.

Se describieron los datos epidemiológicos (correspondiente al **Objetivo 2.1.**) las complicaciones (**Objetivo 1.4.**) y se analizaron los resultados de la cirugía en relación a la clínica, la espirometría y la radiografía de tórax (correspondientes a los **Objetivos 1.1.; 1.2. y 1.3.** de esta Tesis).

Se realizó un análisis comparativo entre las diferentes variables preoperatorias y de las revisiones postoperatorias correspondientes a los 3, 6 12 meses desde la cirugía con el fin de conocer los resultados a "corto" y "mediano" plazo. Se siguieron los Criterios de Inclusión y Exclusión previamente establecidos para seleccionar los casos.

- Revisiones postoperatorias con más de 30 meses de evolución (Revisiones Tardías):

Se estudiaron los resultados de los pacientes ya operados cuya evolución postoperatoria era mayor a 30 meses. Estos fueron citados telefónicamente y sometidos a una nueva revisión ("Revisión tardía"). Se designaron nuevos Criterios de Inclusión y Exclusión previamente establecidos para la Revisión Tardía.

Previo Consentimiento Informado de la participación en este estudio, contestaron un cuestionario para valorar la conformidad con la cirugía, realizaron una espirometría con medición de volúmenes respiratorios en decúbito supino y sedestación, medición del PIM y del PEM y una teleradiografía de tórax en bipedestación postero-anterior y lateral. Se compararon sus datos espirométricos y clínicos con el preoperatorio, a fin de conocer los efectos tardíos de la plicatura diafragmática.

En otra fase del estudio, se valoraron los cambios radiológicos postoperatorios a los 6 meses y en la Revisión Tardía comparándolos con los preoperatorios. Se intentó buscar una correlación de los mismos con los cambios espirométricos y clínicos mediante un método de estadificación propio.

Para finalizar, se aplicó un método transversal de encuesta a través de un cuestionario dirigido a todos los Servicios de Cirugía Torácica de España con el objeto de reflejar la experiencia acumulada en plicaturas diafragmáticas en el ámbito nacional y obtener información acerca de del grado de indicación de esta técnica quirúrgica correspondiente al **Objetivo 2.2.**).

2. MARCO DEMOGRÁFICO. ESCENARIO DEL PRESENTE TRABAJO

2.1. Análisis de los recursos sanitarios de Castilla – La Mancha³⁶

Castilla-La Mancha es una Comunidad Autónoma de España de acuerdo con su Estatuto de Autonomía y la Constitución Española. Está formada por los 919 municipios que integran las provincias de Albacete, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara y Toledo; siendo esta última su capital.

Castilla-La Mancha se encuentra situada en el corazón de la Península Ibérica, limitando al norte con Castilla y León y la Comunidad de Madrid, al oeste con Extremadura, al este con Aragón y la Comunidad Valenciana, y al sur con la Región de Murcia y Andalucía.

La Comunidad es la tercera autonomía más extensa de España, con una superficie de 79.409 km², que representa el 13,6% del total peninsular, contando con una población de 2.115.334 habitantes, habiendo experimentado un importante aumento de la misma durante los últimos años.

La densidad de población media de Castilla-La Mancha es de 26,6 hab/km², muy inferior a la media nacional.

La pirámide de población de Castilla-La Mancha presenta una tipología similar a la de una región desarrollada, con la zona central más ancha que la base y que la zona superior. La población entre los 16 y los 44 años representa alrededor del 43%, de 45 a 64 años de edad representan el 23%, manteniéndose más alejados los niños con un 16,4% y los mayores de 65 con el 17,6%. Estos datos vienen a demostrar el progresivo envejecimiento de la población castellano-manchega, aunque mitigado en parte por la inmigración.

Respecto a sexos, en la región habitan alrededor de 18.000 hombres más que mujeres, lo que supone un 50,4% frente a un 49,6%.

La esperanza de vida al nacer se encuentra entre las más altas de España, superando la media nacional. Según los datos del INE referidos a 2010, para las mujeres es de 85,98 años y para los hombres de 79,61.

El Servicio de Salud de Castilla-La Mancha (SESCAM) es el órgano encargado de la salud en la Comunidad, y depende funcionalmente de la Consejería de Salud y Bienestar Social de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. El SESCAM gestiona en la actualidad, la práctica totalidad de los recursos sanitarios públicos de la Comunidad.

Como parte integrante del Sistema Nacional de Salud, se basa en los principios de cobertura universal, equidad en el acceso y financiación pública.

Actualmente, Castilla-La Mancha se divide en 8 áreas de salud: Albacete, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, La Mancha - Centro, Puertollano, Talavera de la Reina y Toledo.

En 2012 existían en la Comunidad 17 hospitales públicos y 8 centros de especialidades.

En 2009, Castilla-La Mancha contaba con 5.842 camas hospitalarias (9,9% privadas), que suponen una ratio de 2,81 camas por mil habitantes.

En total, en 2010 ejercían su labor en la Comunidad 26.365 profesionales, repartidos por 21 hospitales públicos, 17 de ellos dependientes del Servicio de Salud de Castilla-La Mancha (SESCAM), 8 centros de especialidades, diagnóstico y tratamiento; 200 centros de Salud, 1.116 consultorios locales y una dotación económica de 2.752,33 millones de euros, lo que supuso el 28,62% del presupuesto global de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha para ese año.

2.2. Principales características del Servicio de Cirugía Torácica del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete

El Servicio de Cirugía Torácica del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete es la única Unidad de Cirugía Torácica de la Comunidad de Castilla La Mancha. Es de referencia para las provincias de Albacete, Cuenca y Ciudad Real y parte de Toledo. Su aflujo se calcula en 1.200.000 pacientes no pediátricos (a partir de los 14 años).

Está compuesta por un jefe de Servicio, dos facultativos especialistas en Cirugía Torácica y tres Residentes.

En la Memoria del Servicio del año 2010 se reflejaban la actividad anual del Servicio en los siguientes datos:

- 8 camas de hospitalización.
- Intervenciones quirúrgicas: 327
 - Toracotomías: 162
 - Esternotomías: 8
 - Vídeotoracoscopias: 104
 - Otras: 53
- Drenajes torácicos: 157
- Incremento del 9.7% de las intervenciones quirúrgicas con respecto al año 2009 (327 frente a 298).
- Crecimiento de la demanda asistencial, fundamentalmente por los pacientes derivados de otros centro hospitalarios de Castilla La Mancha de los que nuestro Servicio es referencia.
- Primeras consultas: 476
- Consultas sucesivas: 697
- Total de consultas: 1173
- Relación sucesivas / primeras consultas: 1.46
- Ingresos totales: 514
- Estancia media: 4.31
- Altas totales: 516

2.2.1. Actividad científica y académica relacionada con la eventración diafragmática y la plicatura diafragmática en el Servicio de Cirugía Torácica del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete:

Nuestro Servicio ha presentado un marcado interés, desde el año 2005, por esta infrecuente patología, y especialmente en uno de sus tratamientos quirúrgicos: la plicatura diafragmática efectuada por “mini-toracotomía video-asistida”.

Esto queda reflejado en las siguientes comunicaciones, que han servido al mismo tiempo para “dar a conocer” esta cirugía (desconocida por muchos neumólogos, internistas y médicos de familia de la región) y para “incorporar” nuevos casos de pacientes que fueron remitidos a nuestras consultas para valorar la indicación quirúrgica:

- XV Congreso Sudamericano de Cirugía Torácica, XVIII Congreso Uruguayo de Neumología, VII Congreso Sudamericano de Broncología y V Congreso Uruguayo de Cirugía Torácica. (Póster): “Plicatura Diafragmática Video-toracoscópica Asistida”. (Diciembre 2007). **Rombolá CA, et al.**
- X Jornadas de Neumología SOCAMPAR. Ponente: “Plicatura diafragmática Video-Toracoscópica Asistida”. Albacete. (Febrero 2008). **Rombolá CA.**
- Sesión Clínica del Complejo Hospitalario Universitarios de Albacete: “Eventración diafragmática” (Mayo 2008) **Rombolá CA**
- León Atance P, **Rombolá CA**, Honguero Martínez AF. Parálisis y eventración diafragmática. En Fernández Fau L, Freixinet Gilart J (Eds.). Tratado de Cirugía Torácica. Madrid: SEPAR / EDIMSA 2010; 1245-52.
- **Rombolá CA**, León Atance P, Honguero Martínez AF y Alix Trueba A. “Plicatura diafragmática videoasistida” Servicio de Cirugía Torácica. CHU Albacete. (Septiembre 2007) VIDEO CIENTÍFICO.

http://www.chospab.es/area_medica/cirugia_toracica/video_Plicatura_Diafragmatica.htm ISBN: 987-84-689-0917- 2

- III Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Torácica. (Video): “Técnica de Plicatura diafragmática videotoracoscópica” Genovés Crespo M, **Rombolá CA, et al.** (Mayo 2012)
- III Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Torácica. (Póster): “Eventración diafragmática unilateral en adultos. Resultados sobre la función respiratoria de la Plicatura Diafragmática Videotoracoscopica asistida.” **Rombolá CA, et al.** (Mayo 2012)
- IV Congreso de la Sociedad Castellano Manchega de Patología Respiratoria. Caso Clínico: Insuficiencia respiratoria aguda por eventración diafragmática. Genovés Crespo M, **Rombolá CA, et al.** (Ciudad Real, Febrero 2012)

3. MÉTODOS DE BÚSQUEDA Y GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA

Para las distintas búsquedas bibliográficas “narrativas” o “no sistemáticas” se utilizaron las siguientes palabras claves o descriptores (MeSH) y su correspondiente traducción al castellano:

Diaphragm - diaphragm surgery – diaphragmatic plicat*- respiratory paralysis – diaphragmatic eventration.*

Se consultaron las siguientes bases de datos: **Medline**, **EMBASE biomedical answers**, **IBECS** (Índice Bibliográfico en Español en Ciencias de la Salud), **IME** (Índice Médico Español), **Cochrane**, **Trip Database**, **SciELO** (Scientific Electronic Library Online), **BVS** (Biblioteca Virtual de la Salud), **Up To Date**, **WOK** (Web of Knowledge) y **Google Académico**.

Se gestionó la bibliografía con el programa EndNote X (Thomson ResearchSoft, 2006)

3.1. Revisión sistemática:

Para efectuar una revisión sistemática de la bibliografía relacionada con la plicatura diafragmática en adultos se consultaron todas las bases de datos mencionadas en el punto previo. Se intentó limitar la búsqueda, excluyendo a los centrados en pacientes pediátricos y a los artículos escritos en idiomas distintos a inglesa o castellana. No se limitó por años de publicación. Se utilizaron los siguientes mecanismos de búsqueda:

Medline:

- *Diaphragm* surgery [Majr]* y se cruzó con *diaphragmatic plicat**. Se limitó la búsqueda a todos los mayores de 13 años. (Se obtuvieron 20 artículos)
- *Diaphragm* surgery [MeSH]* y se cruzó con *diaphragmatic plicat**. Se limitó la búsqueda a todos los mayores de 13 años. (Se obtuvieron 29 artículos)
- *Respiratory paralysis [MeSH] OR diaphragmatic eventration [MeSH] AND diaphragmatic plicat**. Se limitó la búsqueda a todos los mayores de 13 años. (Se obtuvieron 40 artículos)

EMBASE:

- *diaphragm* plicat* AND adult* NOT child* OR infant* OR newborn* OR pediater** (Se obtuvieron 75 artículos)

IBECs:

- *Plicat* diafragm**. Se limitó la búsqueda a todos los mayores de 13 años. (Se obtuvieron 0 artículos)

IME:

- *Plicatura AND diafragm**. (Se obtuvieron 4 artículos)

Cochrane:

- *Plicatura diafragm**. Se limitó la búsqueda a todos los mayores de 13 años. (Se obtuvieron 0 artículos)

Trip Database:

- *Diaphragm* AND plicat* [anywhere]*. Se limitó la búsqueda a todos los mayores de 13 años. (Se obtuvieron 44 artículos)

SciELO org:

- *Plicat* diafragm*. [Método: integrada]*. Se limitó la búsqueda a todos los mayores de 13 años. (Se obtuvieron 3 artículos)

BVS:

- *Plicat* diafragm**. Se limitó la búsqueda seleccionando: humanos, adultos, mediana edad y ancianos. (Se obtuvieron 14 artículos)

Up To Date:

- *diaphragm* plicat* AND adult* NOT child* OR infant* OR newborn* OR pediatr**

WOK:

- *diaphragm* plicat* AND adult* NOT child* OR infant* OR newborn* OR pediatr* Refined by: Research Areas = SURGERY*. (Se obtuvieron 53 artículos)

Google académico:

- *Diaphragm plicature plication*. Sin las palabras: pediat* - child* - infant* - niño*. (Se obtuvieron 20 artículos)
- *Diafragm* plicat**. Sin las palabras: pediat* - child* - infant* - niño*. (Se obtuvieron 19 artículos)

Se revisaron todos los artículos obtenidos en las distintas Bases de Datos y se eliminaron los repetidos. Los restantes fueron identificados como “artículos potencialmente relevantes”. Posteriormente se han excluido los de lengua distinta a la inglesa o castellana, aquellos que trataban exclusivamente una población pediátrica (fallos en los filtros de limitación de las Bases de Datos) y los que no estaban centrados en la plicatura diafragmática como tratamiento de la eventración o parálisis del diafragma en adultos. Los restantes conformaron el grupo de los “artículos seleccionados para una revisión más detallada”. Se apartaron de este grupo los artículos centrados en la plicatura diafragmática efectuada por una vía de abordaje distinta a la asistida por toracoscopia con técnicas de mini-invasión quirúrgica o que trataban eventraciones o parálisis

diafragmáticas bilaterales, constituyéndose el grupo de los “artículos potencialmente adecuados para la inclusión”.

Finalmente se excluyeron de la revisión aquellas presentaciones con menos de 4 casos clínicos. (Gráfica 1)

Los artículos “potencialmente adecuados para la inclusión” y los “incluidos en la Revisión” se agruparon según los siguientes tipos de publicación (Tabla II y III).

- Meta-Análisis
- Ensayos clínicos aleatorizados
- Estudios de cohortes
- Estudios de casos y controles
- Guías clínicas
- Revisiones (Review)
- Series de casos (4 o más casos)
- Reportes técnicos
- Casos clínicos
- Editoriales
- Cartas al Director / Comentarios

4. PERÍODO DEL ESTUDIO

Fueron considerados para este estudio todos los pacientes sometidos a una plicatura diafragmática desde febrero 2005 hasta julio del 2011 en el Servicio de Cirugía Torácica del C.H.U. de Albacete.

Se añadieron datos correspondientes a la última revisión (Revisión Tardía) y a la encuesta realizada durante los meses previos a la presentación de este trabajo.

Se incluyeron los resultados de la encuesta realizada a todos los Servicios de Cirugía Torácica de España, con plazo máximo de recogida del 20/08/2012.

5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

5.1. Criterios generales

- Tiempo de evolución mayor a 6 meses desde el diagnóstico clínico-radiológico.
- Parálisis frénica de etiología no neoplásica maligna.
- Pacientes no pediátricos (mayores de 14 años).
- Presencia de síntomas respiratorios.
- Plicatura diafragmática unilateral efectuada por minitoracotomía asistida con técnicas video-toroscópicas.

5.2. Criterios exclusivos para la "Revisión Tardía"

- Cumplir con todos los criterios generales.
- Tiempo de evolución mayor a los treinta meses desde el postoperatorio.
- Consentimiento Informado firmado aceptando la participación en el estudio.
- Disponibilidad para asistir a la Revisión Tardía en el Hospital General Universitario de Albacete para efectuar radiografía de tórax y espirometría.

6. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

6.1. Criterios generales

- Diagnóstico intraoperatorio toracoscópico de hernia diafragmática.
- Eventración diafragmática bilateral o efectuada por una vía de abordaje distinta a la mini-toracotomía vídeo - asistida.
- Plicaturas diafragmática por toracoscopia pura.
- Pérdida del seguimiento postoperatorio a los 3 y 6 o 12 meses.

- Imposibilidad para efectuar radiografías o espirometrías en los controles postoperatorios

6.2. Criterios exclusivos para la "Revisión Tardía"

- Mismos criterios generales de exclusión
- Pérdida en el seguimiento postoperatorio mayor a los 30 meses de evolución.
- No aceptar las condiciones de participación en el estudio o no firmar el Consentimiento Informado.

7. PREOPERATORIO, PERIOPERATORIO Y PLAN DE SEGUIMIENTO

7.1. Estudios complementarios preoperatorios:

Todos los pacientes que fueron remitidos al Servicios de Cirugía Torácica con diagnóstico presuntivo de eventración diafragmática (congénita o adquirida) y a quienes se les programó una plicatura diafragmática con técnicas de mini-invasión asistidas por toracoscopia; fueron sometidos a las siguientes evaluaciones:

- Anamnesis. Se indagaron los antecedentes tóxicos y patológicos, el tiempo desde el diagnóstico clínico radiológico, los síntomas respiratorios (disnea, ortopnea, requerimientos de oxigenoterapia domiciliaria, tos y neumonías a repetición) y no respiratorios (dolor, palpitaciones y dispepsia). Tipo de actividad que ejerce y grado de limitación.
- Examen clínico completo. Semiología respiratoria y torácica. Saturación basal de oxígeno.
- Radiografía de tórax PA y lateral en bipedestación.

- TC cervicotorácico y abdominal (para descartar causas neoplásicas de parálisis frénica y otras causas de elevación diafragmática. Diagnóstico diferencial con otras patologías diafragmáticas).
- Espirometría completa con pruebas de broncodilatación (según las pautas del Servicio de Neumología del Hospital General Universitario de Albacete y recomendaciones de SEPAR)
- PIM y PEM.
- Otros estudios: algunos pacientes aportaban otros estudios complementarios que no los solicitamos de rutina en todos los pacientes, y por lo tanto no fueron incluidos en este trabajo. Algunos de estos estudios son: radiología dinámica (para valorar "la respiración paradójica") ecografía abdominal y ecopleurografía (valorar "respiración paradójica" e integridad del diafragma), gasometría arterial basal, test de la marcha o de los 6 minutos, etc.

7.2 Técnica quirúrgica:

La técnica quirúrgica es similar tanto si se trata del hemidiafragma derecho como del izquierdo.

Se recomienda preparación con catéter epidural para analgesia postoperatoria con instilación de mórficos y anestésicos (generalmente Levobupivacaína 0.125 % y Fentanilo 4 mcg/ ml). Este es conectado a un sistema de analgesia regulada por el paciente ("**PCA**", "patient controlled anesthesia") y es mantenida durante las primeras 48 horas postoperatorias.

Así mismo, se aconseja la colocación de una sonda naso-gástrica y vesical para disminuir la presión intraabdominal.

Se efectúa una anestesia general e intubación orotraqueal selectiva. Se constata su correcta localización con fibrobroncoscopia para asegurar el correcto bloqueo del pulmón ipsilateral al hemidiafragma eventrado y la ventilación unipulmonar durante la cirugía.

La posición del paciente es en decúbito lateral con el brazo homolateral elevado a 90° y con una ligera elevación de la cabecera de la mesa de operaciones. Una puerta de toracoscopia de 7,5 mm se coloca en la línea axilar posterior y por encima de la cúpula diafragmática elevada (habitualmente 4° o 5° espacio intercostal). A través de ella se introduce la óptica (de 7 mm) y se realiza una exploración de la cavidad pleural, previo colapso pulmonar. La segunda puerta de toracoscopia (de 7,5 mm) se coloca en el 6° espacio intercostal a nivel de la línea medio axilar.

Se comprueba la laxitud e integridad del diafragma. Se realiza una toracotomía de unos 4 cm aproximadamente en la región lateral del tórax, sobre el 8° o 9° espacio intercostal. Si durante alguna maniobra es imprescindible la visualización o manipulación a través de un campo más amplio, se coloca un separador intercostal (tipo Finochietto) con palas de 3 centímetros. Este instrumento es retirado apenas su uso sea prescindible para continuar la cirugía con visión toracoscópica.

La plicatura se efectúa con dos suturas continuas en forma de “ida y vuelta” cada una de ellas, comenzando por la región lateral del diafragma hacia la región mediastínica. El material de sutura que se utiliza es irreabsorbible (polipropileno del número 1). La compresión del diafragma hacia el abdomen con una torunda provoca la formación de pliegues que facilitan la sutura. Con cada plano de sutura se invagina el plano anterior y así se produce el descenso y tensión gradual del hemidiafragma. Se debe tener especial cuidado de no lesionar las vísceras abdominales con los puntos de sutura o por compresión excesiva. El nudo se realiza a nivel de la mini-toracotomía.

Al finalizar la intervención, por uno de los orificios de las puertas de toracoscopia (el más inferior), se coloca un tubo de tórax que se conectará a un sistema de sellado de agua con aspiración y se realiza el cierre por planos de la mini-toracotomía. El drenaje pleural se retira al presentar reexpansión pulmonar, ausencia de fuga aérea y débito diario menor a 150 ml. El catéter epidural y la sonda vesical son retirados al tercer día postoperatorio y la sonda nasogástrica al recobrar el tránsito intestinal.

7.3. Postoperatorio inmediato:

El control postoperatorio se efectúa en la planta de Cirugía Torácica, salvo en aquellos pacientes que por sus antecedentes o estado postoperatorio requieran control en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Se realizan controles de los signos vitales, saturación basal de oxígeno (con pulsímetro) y del drenaje pleural (que estará conectado a un sistema de succión a 20 cm de H₂O) cada 8 horas. Se realiza control y cura simple de las heridas a diario.

Se estimula la rehabilitación temprana comenzando con fisioterapia respiratoria y deambulación al día siguiente de la operación.

Cuando se aprecian ruidos hidroaéreos abdominales y ante la ausencia de vómitos o náuseas se procede a quitar la sonda nasogástrica y progresar la dieta gradualmente.

Durante 2 días se conserva la analgesia con catéter epidural con el sistema PCA. Se complementa el esquema analgésico con Paracetamol (1 gramo cada 8 horas) y Metamizol según dolor. A las 48 horas se quita la analgesia epidural y la sonda vesical, continuando con Paracetamol y Metamizol según dolor. Se valora el dolor postoperatorio según la escala de Andersen. ^(Ver Anexos, Tabla XXVI)

Se efectúan analíticas al primer día postoperatorio y luego según lo requiera la evolución. Se solicita un par radiológico de tórax diario.

La extracción del drenaje se realiza cuando su débito sea inferior a 150 mililitros, sin fuga aérea y con una radiografía que muestre una reexpansión pulmonar satisfactoria.

El paciente es dado de alta una vez retirado el drenaje pleural, con buen control analgésico oral y sin signos de complicaciones postoperatorias.

7.4. Seguimiento:

Todos los pacientes son citados a las dos o tres semanas de la cirugía para control del dolor y de la herida. Se solicita además una radiografía de tórax para descartar complicaciones postoperatorias.

A continuación se citan para las revisiones de los 3, 6 y 12 meses debiendo aportar una radiografía de tórax PA y lateral en bipedestación y una

espirometría a efectuarse en el Servicio de Neumología del Hospital General Universitario de Albacete (siempre con el mismo espirómetro).

Algunos pacientes fueron dados de alta definitiva tras la revisión del año.

Hubo que citar especialmente a éstos en forma telefónica para la Revisión Tardía.



Fig. 22: Imagen del equipo de vídeo-toracoscopia utilizado para la asistencia de una mini-toracotomía durante una plicatura diafrágica. Se observa una Mini-toracotomía video-asistida utilizando el separador intercostal de Finochietto con palas de 3 cm. Se observa además un trócar metálico de 7,5 mm por donde se introduce la óptica del videotoracoscopio. La “torre del videotoracoscopio” está compuesta por el monitor, la cámara, la videograbadora, la fuente de luz y el insuflador de neumoperitoneo (no utilizado en esta cirugía). Tomada del archivo de fotografías de pacientes operados por el autor de esta Tesis.

8. RECOPIACIÓN DE VARIABLES RETROSPECTIVAS

El estudio de los pacientes se formalizó mediante la exploración retrospectiva de sus Historias Clínicas. La revisión incluyó la anamnesis, las hojas de evolución, los controles de enfermería, las hojas operatorias, hojas de anestesiología, informes de exploraciones complementarias e informes de las revisiones en consulta ambulatoria.

Mediante dicha revisión se cumplimentó un cuadernillo de recogida de datos, confeccionado previamente.

Se confeccionaron distintas tablas Excel (Microsoft Office, 2007) para el almacenamiento y registro de variables recopiladas en las Historias Clínicas.

La selección de los datos a recoger se fundamentó principalmente en la bibliografía existente sobre el tema.

Dado que se trata de un estudio de naturaleza retrospectiva, no siempre se han podido encontrar todos los datos buscados en la historia clínica. Se procedió en varias ocasiones a completar algunos de esos datos mediante entrevista telefónica con los pacientes. En los casos en que no fue posible obtener los datos requeridos, se los hizo constar claramente en el cuadernillo de recogida de datos.

Se analizaron las siguientes variables:

8.1. Epidemiológicas

- Edad, sexo, peso, talla, índice de masa corporal, antecedentes tóxicos y patológicos, etiología, co-morbilidades y lado afecto.
- Tiempo desde el diagnóstico hasta la cirugía.

8.2. Síntomas respiratorios preoperatorios y del seguimiento

- Disnea medida según la escala de MRC- ATS (“Medical Research Council” modificada por la “American Thoracic Society”) (Ver Anexos, Tabla xxvii)

- Otros síntomas respiratorios: ortopnea, neumonías a repetición, tos, requerimiento de oxigenoterapia respiratoria.

8.3. Otros síntomas no respiratorios del preoperatorio y del seguimiento

- Dolor
- Palpitaciones
- Dispepsias
- Otros

8.4. Pruebas de función respiratoria preoperatorias y del seguimiento

- Espirometría preoperatoria y del seguimiento a los 3, 6 y 12 meses del postoperatorio. Se comparan los valores en sedestación y en decúbito supino.
 - Capacidad vital forzada y volumen espiratorio forzado en un segundo (FVC y FEV1). Valores absolutos. En sedestación y decúbito supino.
 - Capacidad vital forzada y volumen espiratorio forzado en un segundo (FVC y FEV1). Valores relativos según peso, edad y talla. En sedestación y decúbito supino.
 - Flujo inspiratorio máximo (PIF) y flujo espiratorio máximo, en valores absolutos y relativos según peso, edad y talla (PEF)
- Presión inspiratoria y espiratoria máxima en valores absolutos y relativos según peso, edad y talla. (PIM –PEM)

8.5. Otros estudios complementarios y de Imagen

- Radiografías postero-anteriores y laterales. Tomadas en el preoperatorio y seguimiento. (Se describen con más detalle las variables relacionadas en la sección 10 de la metodología).

- Tomografía axial computadorizada preoperatoria. Hallazgos relevantes.
- Otros estudios complementarios. Hallazgos relevantes.

8.6. Perioperatorio y técnica quirúrgica

- Riesgo anestésico según escala A.S.A. ("American Society of Anesthesiology"). (Ver Anexos, Tabla XXIX)
- Anestesia epidural Controlada por el Paciente (PCA).
- Utilización de separador intercostal.
- Número de trócares.
- Tiempo operatorio.
- Dolor postoperatorio según escala de Andersen. (Anexos, Tabla XXVIII)
- Mortalidad postoperatoria.
- Complicaciones (complicaciones mayores con ingreso en Unidad de Cuidados Intensivos o re-operación de urgencia).
- Días de drenaje pleural.
- Días de hospitalización.

9. "REVISIÓN TARDÍA"

Se estudiaron los resultados de los pacientes ya operados cuya evolución postoperatoria era mayor a 30 meses. Estos fueron citados telefónicamente y sometidos a una nueva revisión en el Hospital General Universitario de Albacete ("Revisión tardía"). Se designaron nuevos los Criterios de Inclusión y Exclusión previamente establecidos para la Revisión Tardía (ya descritos en: Metodología, 5.2 y 6.2).

Durante la revisión se les solicitó su participación en:

- Se les entregó un Consentimiento Informado de la participación en este estudio. Este llevaba adjunto una nota explicativa de la importancia del mismo y de sus consecuencias.
- Durante la anamnesis se completó una hoja de datos donde se debía completar otros antecedentes patológicos desde la plicatura

diafragmática, los síntomas actuales y su relación con los preoperatorios y un breve cuestionario que evaluaba el grado de conformidad con la cirugía. (Ver Anexos, Fig. 26)

- Los pacientes fueron remitidos a las Consultas de Neumología, donde se utilizaron los mismos equipos del Laboratorios de Pruebas Funcionales Respiratorias con que fueron efectuados todos los estudios previos de todos los pacientes de este trabajo. Se realizó una espirometría con medición de volúmenes respiratorios (en decúbito supino y sedestación) y pruebas de broncodilatación. Se completó la exploración con la medición del PIM y del PEM.
- Finalmente los pacientes participantes fueron conducidos al Servicio de Radiología donde se realizó una telerradiografía de tórax en bipedestación postero-anterior y lateral.

Se compararon sus datos clínicos y espirométricos y radiológicos con el preoperatorio, a fin de conocer los efectos tardíos de la plicatura diafragmática.

10. VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS RADIOLÓGICOS

Para poder cuantificar de algún modo los cambios radiológicos resultantes de la plicatura diafragmática y buscar una posible correlación con los cambios clínicos y espirométricos, se diseñó un método propio.

Se compararon las radiografías PA de tórax preoperatorias con las postoperatorias de los 6 meses de evolución y los de la Revisión Tardía.

Se plasmaron en una tabla Excel los datos de las distintas mediciones (en centímetros) efectuadas por un médico especialista en Radiodiagnóstico (Figura 23 y 24).

- Valor (x): es la medida en centímetros desde el punto más elevado del hemidiafragma sano hasta el más alto del vértice pleural (en la radiografía preoperatoria).
- Valor (y): es la medida en centímetros desde el punto más elevado del hemidiafragma afectado por la eventración diafragmática hasta el más alto del vértice pleural (en la radiografía preoperatoria).

- Valor (x'): es la medida en centímetros desde el punto más elevado del hemidiafragma sano hasta el más alto del vértice pleural (en la radiografía postoperatoria de 6 meses de evolución). En ocasiones este puede ser distinto a (x) debido a una elevación que compensa el descenso del hemidiafragma operado.
- Valor (y'): es la medida en centímetros desde el punto más elevado del hemidiafragma intervenido de plicatura diafragmática hasta el más alto del vértice pleural (en la radiografía postoperatoria de 6 meses de evolución).
- Valor (x''): es la medida en centímetros desde el punto más elevado del hemidiafragma sano hasta el más alto del vértice pleural (en la radiografía postoperatoria correspondiente a la Revisión Tardía). En ocasiones este puede ser distinto a (x) debido a una elevación que compensa el descenso del hemidiafragma operado.
- Valor (y''): es la medida en centímetros desde el punto más elevado del hemidiafragma intervenido de plicatura diafragmática hasta el más alto del vértice pleural (en la radiografía postoperatoria correspondiente a la Revisión Tardía).

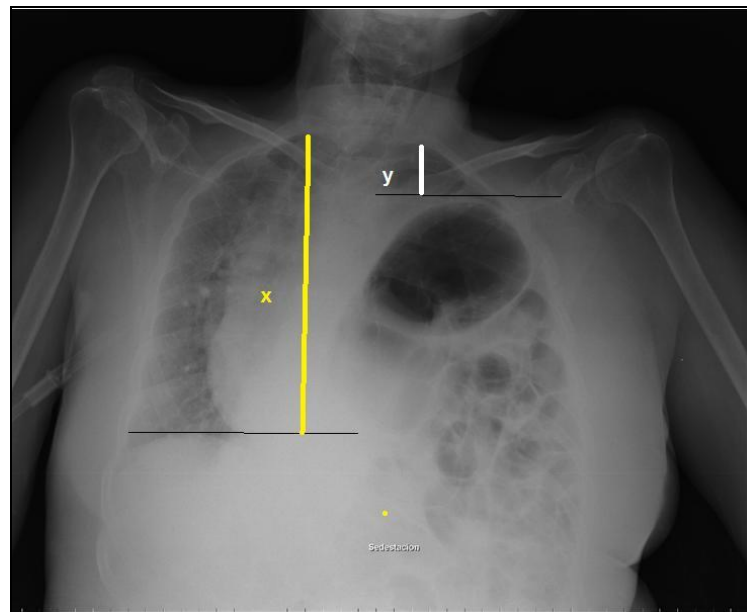


Fig. 23: Radiografía PA de tórax preoperatoria. Medidas de (x) e (y). Se observa una Eventración diafragmática izquierda. La cámara gástrica y gran parte del colon se encuentra en el tórax comprimiendo las estructuras mediastínicas y ambos pulmones. Se traza una línea horizontal que pasa por los puntos más elevados de ambos hemidiafragmas. Se mide desde ésta línea hasta el punto más alto del vértice pleural obtener los valores de (x) e (y). Tomada del archivo de fotografías de pacientes operados por el autor de esta Tesis.

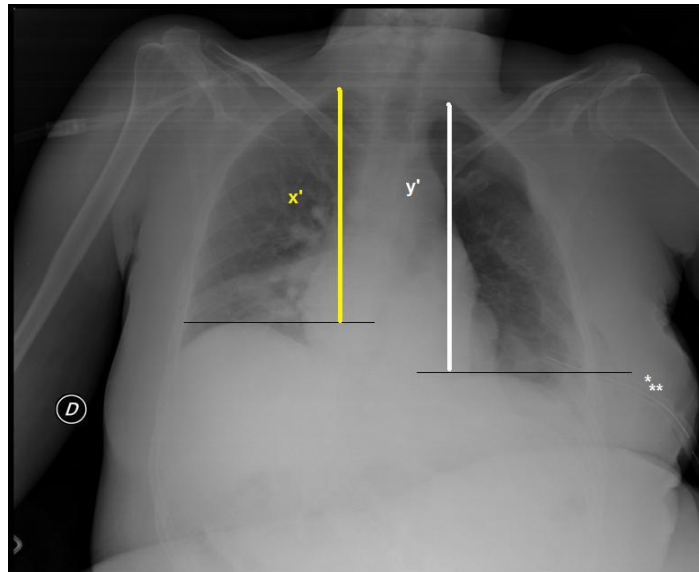


Fig. 24: Radiografía PA de tórax del postoperatorio inmediato. Sólo a modo de ejemplo se muestra esta radiografía para ilustrar las medidas de (x') e (y') y de (x'') e (y'') de los 6 y más de 30 meses respectivamente. Se observan los cambios radiológicos inmediatos consecuentes a la plicatura diafragmática en una eventración diafragmática izquierda. Se marca con asteriscos la presencia aún del drenaje pleural postoperatorio. Se traza una línea horizontal que pasa por los puntos más elevados del ambos hemidiafragmas. Se mide desde ésta línea hasta el punto más alto del vértice pleural obtener los valores de (x') e (y') o (x'') e (y'') en las radiografías correspondientes. Tomada del archivo de fotografías de pacientes operados por el autor de esta Tesis.

Como un intento de cuantificar los cambios radiológicos relacionándolos con el hemidiafragma sano, a partir de los valores establecidos se propuso la siguiente fórmula para valorar el porcentaje (**Rx%**) de mejoría desde la operación:

$$\text{Rx}\% = 100 - 100 (x' - y' / x - y)$$

ó

$$\text{Rx}\% = 100 - 100 (\text{dif. Postop} / \text{dif. Preop.})$$

Dónde:

- Rx%: es el porcentaje de mejoría o descenso del hemidiafragma postoperatorio con respecto al hemitórax contralateral.
- Dif. Postop: $x' - y'$
- Dif. Preop: $x - y$

Con dichos valores, se intentó buscar una correlación con los cambios clínicos y espirométricos discretizando el porcentaje de mejora Rx%' y el Rx%'' en 3 estados: $\leq 40\%$ =Leve; 40-80=Buena; >80 =Excelente, y comparándolos contra los síntomas y valores espirométricos.

11. ENCUESTA A LOS SERVICIOS ESPAÑOLES DE CIRUGÍA TORÁCICA

Se realizó una breve encuesta a todos los Servicios de Cirugía Torácica de España solicitando que sea contestada sólo una vez por cada Servicio. (Ver Anexo, Figura 27) La misma fue dirigida en primer lugar a los correos electrónicos personales de cada Jefe de Servicio.

Solo en los casos en que no se recibió respuesta después de quince días, se reenvió la misma encuesta a los correos electrónicos personales de otros integrantes del Servicio que figuraban en el listado de Cirujanos Torácicos de la SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica, 2010).

En otra fase de la encuesta, se publicó la misma en la página web de la SECT (Sociedad Española de Cirugía Torácica), incluyendo un aviso desde tal Sociedad a los correos electrónicos de cada integrante.

En la última fase de la encuesta, se realizaron llamadas telefónicas a las Secretarías administrativas de cada Servicio motivando la respuesta de la Encuesta.

El tiempo de recogida respuestas fue de tres meses desde que comenzó la encuesta. Una vez finalizado este período, se confeccionaron tablas Excel con los resultados y estos fueron graficados para ilustrar la experiencia global de los Servicios Españoles de Cirugía Torácica y las distintas opiniones acerca de la plicatura como tratamiento de la eventración diafragmática.

12. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

El análisis estadístico se realizó con la versión de evaluación de la herramienta IBM SPSS v. 19.

Se efectuó un análisis descriptivo de las variables clínico-epidemiológicas y perioperatorias, tales como: sexo, lado afecto, edad, riesgo anestésico, antecedentes patológicos, etiología, tiempo desde el diagnóstico, tiempo de cirugía, días de hospitalización, días de drenaje, mortalidad y complicaciones postoperatorias; que fueron ilustradas en las tablas y gráficas correspondientes

En primer lugar las variables cualitativas y cuantitativas del seguimiento clínico y espirométrico se describieron con sus medias y desviaciones típicas mostrando los cambios postoperatorios.

A continuación, se realizaron tests no paramétricos y pareados para analizar las diferencias en las variables cuantitativas entre los mismos pacientes.

SPSS no permite tests no paramétricos de grupo con post-hoc; es decir, si existe alguna diferencia estadística solo nos dirá que existe, pero no indicará qué grupo es el diferente a los demás. Por ello, se efectuó en primer lugar, una prueba pareada entre los datos originales (preoperatorio) y la revisión a los 3 meses, para así comprobar que los valores preoperatorios sí contienen diferencias estadísticas respecto a los postoperatorios de 3 meses. Después, se hizo un test de grupo no paramétrico pareado (test de Friedman) para los valores postoperatorios (3, 6 y 12 meses). Puesto que no se encontró diferencia estadística entre los valores de esos períodos, no supuso problema no disponer de test post-hoc para averiguar dónde está la diferencia.

Siguiendo con esta premisa, para las variables cuantitativas de la comparación entre el pre y el postoperatorio de los 3 meses, se efectuó un test de Wilcoxon de rangos con signo y pareado, ignorando una comparación cuando el valor de la variable fue perdido, sea en el período pre o postoperatorio.

Para las variables cuantitativas de la comparación entre los 3 meses y los 6 y 12 meses del postoperatorio se aplicó el test no paramétrico de Friedman para 3 muestras pareadas, donde en este caso la hipótesis nula de la que se parte es que no existe diferencia en la media de ninguna variable en alguno de los momentos postoperatorios.

Para cada una de las variables categóricas (tanto ordinales como binomiales) se realizó la prueba Z para comprobación de proporciones, antes y

después (3 meses) de la operación. Esta misma prueba no se pudo realizar correctamente en todos los casos debido a que hay estratificaciones en las que se dispone de 0 casos, con lo cual el test no se pudo ejecutar, lo cual no significa (desde un punto de vista práctico), que los porcentajes de otras columnas no sean mayores que un 0%.

Posteriormente se analizaron las variables del pre y post operatorio, estratificando según otra variable de referencia. Del mismo modo que en puntos anteriores, para las variables cualitativas se ha realizado nuevamente una prueba Z y para las variables cuantitativas, el test Wilcoxon con rango de signos para cada una de las variables.

Para muchas de estas variables no fue posible realizar los análisis correctamente debido a la fragmentación de los 18 pacientes de la serie en subgrupos muy reducidos (cuando el número de pacientes por subgrupo es inferior a 3 no se puede realizar correctamente la prueba).

Para análisis de los resultados de la Revisión Tardía se siguieron los mismos mecanismos de análisis: descriptivo para las variables clínico-epidemiológicas, test Z para las variables cualitativas y el test de Wilcoxon para las cuantitativas.

Respecto a los resultados radiológicos, se discretiza el porcentaje de mejora Rx%' y el Rx%" en 3 estados: $\leq 40\%$ =Leve; 40-80=Buena; >80 =Excelente, y se compara contra los síntomas, que son variables categóricas. Puesto que se deseaba comparar con las variables numéricas PEF, FEV₁, FVC, éstas se discretizaron siguiendo los mismos niveles anteriores.

En otras fases del estudio, tanto los resultados de la encuesta a los diferentes hospitales, como la realizada a los pacientes durante la revisión tardía, se expusieron de forma descriptiva en las gráficas correspondientes.

El error de Tipo I (probabilidad en encontrar diferencia estadística cuando no la hay) se controlará con un p-valor $< \alpha$, siendo $\alpha=0.05$; no obstante, se resaltarán las diferencias que resulten estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 99% (p-valor < 0.01), siendo conscientes de que así se aumenta el valor de Beta (error Tipo II).

Asimismo, la probabilidad de cometer un error de Tipo II (rechazar diferencia cuando la existe) normalmente se intenta disminuir con un mayor

tamaño muestral. Identificamos a Beta como uno de los mayores retos del trabajo, debido a la dificultad que conlleva aumentar la muestra en este tipo de estudio tratándose de cirugías muy infrecuentes; problema generalizado para esta patología en distintos estudios a nivel mundial.

IV. RESULTADOS

IV. RESULTADOS

1. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA BIBLIOGRAFÍA

Al utilizar los mecanismos de búsqueda (descritos en Metodología: 3.1.) en las distintas bases de datos consultadas se obtuvieron los siguientes resultados relacionados con las plicaturas diafragmáticas:

- Medline: 89 artículos
- EMBASE: 50
- IBECs: 0 artículos
- IME: 4 artículos
- Cochane: 0 artículos
- Trip Database: 44 artículos
- SciELO: 3 artículos
- BVS: 14 artículos
- Up To Date: 2 artículos
- WOK: 43 artículos
- Google académico: 39 artículos

Tras eliminar los artículos repetidos en las distintas búsquedas se obtuvieron 103 **“artículos potencialmente relevantes”**.

Tras excluir los artículos cuyo tema principal no era la plicatura diafragmática como tratamiento de la parálisis o eventración diafragmática en adultos^{29,59,69,72,73,75,76,78,84,85,87-114} o que estaban escritos en una lengua distinta al inglés o castellano^{112,115-118} se obtuvieron 61 **“artículos seleccionados para una revisión más detallada”**. Estos fueron agrupados según el tipo de publicación, tal como se muestra en la siguiente tabla ^(Tabla II).

TIPOS DE PUBLICACIÓN	Nº
Meta-Análisis	0
Ensayos clínicos aleatorizados	0
Estudios de cohortes ^{57,79,119}	3
Estudios de casos y controles	0
Guías clínicas	0
Revisiones (Review) ^{60,120,121}	3*
Series de casos (4 o más casos) ^{4,58,65,70,83,86,122-134}	20*
Informes técnicos ^{54,127-129,135-137}	7*
Casos clínicos ^{67,68,74,80,138-164}	31*
Editoriales	0
Comentarios / Cartas al Director ⁸⁶	1

Tabla II: “Artículos seleccionados para una evaluación más detallada” de la Revisión sistemática de la bibliografía: “Plicatura diafragmática como tratamiento de la eventración o parálisis del diafragma en adultos”. * = Algunos artículos pueden estar superpuestos en más de un grupo.

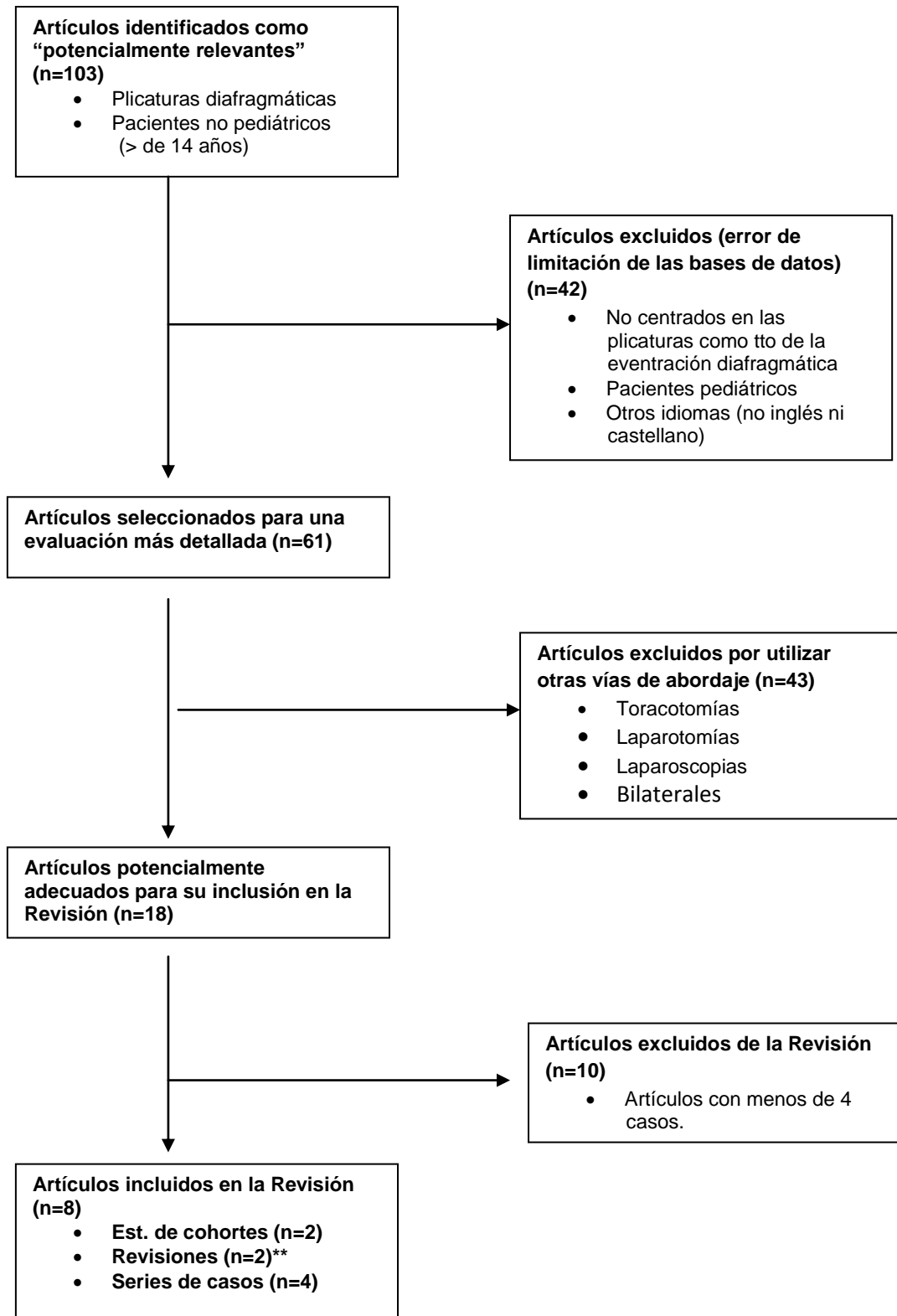
Se restringió aún más la revisión, eliminando aquellos que hacían referencia a plicaturas diafragmáticas bilaterales^{138,139}, o efectuadas por técnicas no mini-invasivas asistidas por toracoscopia^{58,65,67,68,74,79,83,86,121-126,128,130-135,137,144-155,157,159,160,162,163}

El grupo de los “**artículos potencialmente adecuados para su inclusión en la Revisión**” quedó conformado por 18 publicaciones. ^(Tabla III)

TIPOS DE PUBLICACIÓN	Nº
Meta-Análisis	0
Ensayos clínicos aleatorizados	0
Estudios de cohortes ^{57,119}	2
Estudios de casos y controles	0
Guías clínicas	0
Revisiones (Review) ^{60,120}	2
Series de casos (4 o más casos) ^{4,70,127,129}	4
Informes técnicos ^{54,129,136-127}	4*
Casos clínicos ^{80,140-143,156,158,164}	8
Editoriales	0
Comentarios / Cartas al Director	0

Tabla III: Artículos potencialmente adecuados para ser incluidos en la Revisión sistemática de la bibliografía: “Plicatura diafragmática como tratamiento de la eventración o parálisis UNILATERAL del diafragma en adultos CON TÉCNICAS DE MINI-INVASIÓN ASISTIDAS POR TORACOSCOPIA”. * = Algunos artículos pueden estar superpuestos en más de un grupo.

Finalmente, si consideramos “**incluidos en la Revisión**” solamente los artículos con más de 4 casos aportados, quedan 6. Estos se muestran en la siguiente tabla. ^(Tabla IV)



Gráfica 1: Esquema de flujo del proceso de selección de artículos en la Revisión Sistemática: Plicatura diafragmática unilateral en adultos con técnicas mini-invasivas asistidas por toracoscopia. Basado en el esquema de « QUOROM statement » para la confección de Meta-análisis y Revisiones Sistemáticas de Ensayos Clínicos.¹⁶⁵ (**): Las Revisiones citadas no aportan casos propios del Autor.

Artículo, País y Período	Idioma	N	Comentarios	+FVC	+FEV ₁
Freeman et al. (2009) (Ann Thorac Surg), USA (2001–07)	inglés	30	Prospectivo. 30 VATS / Toracotomías/ 7 no operados. Edad media 57 años.	23	19
Freeman et al. (2005) (Ann Thorac Surg), USA (2001–05)	inglés	22*	Estudio de cohortes: 22 VATS/ 3 convertidos a toracotomías/ 7 no operados. Edad media: 49 años. Hosp: 3,7 días.	17	21
Mouroux et al. (2005) (Ann Thorac Surg), Francia (1992–2003)	inglés	12	Prospectivo. Edad media: 57,7 años (σ : 14,4). VATS. Seguimiento: 5 años. Desaparición de síntomas. Tº op: 77'. Hosp: 3,4 días.	22,9%	30%
Deng et al. (2003) (Ann Thorac Surg) Australia (1995 -2002)	inglés	8	Prospectivo. Parálisis diafragmática secundaria a cirugía cardíaca. Resultados conjuntos: 4 toracotomías /8 Mini-toracotomía – VATS. Tº op: 57'. Hosp: 3,6 días.	-	-
Lai et al. (1999) Ann Thorac Surg, Australia (1996–98)	inglés	5	Retrospectivo. Mini-toracotomía – VATS (sólo descripción de la técnica). Tº op: 55' Mejoría sintomática	-	-
Kim et al. (2007) (Interact CardioVasc Thorac Surg J) Republica de Corea (2005–06)	inglés	4	Toracoscopía pura (sólo descripción de la técnica). Edad media: 49,5 años. Seguimiento: 22 meses. Tº op: 56'. Hosp: 5,8 días	-	-
TOTAL	inglés	59	-	-	-
Rombolá et al. (2012) (Tesis Doctoral, UAM) España (2005-2011)	castellano	18	Retrospectivo. Mini-toracotomía – VATS. Tº op: 83'. Hosp: 7,5 días. Mejoría sintomática en todos los pacientes. Desaparición de ortopnea, dispepsia y O2 domiciliario.	17,1	15,7

Tabla IV: Artículos incluidos en la Revisión sistemática de la bibliografía: “Plicatura diafragmática como tratamiento de la eventración o parálisis UNILATERAL del diafragma en adultos CON TÉCNICAS DE MINI-INVASIÓN ASISTIDAS POR TORACOSCOPIA”. (*) = los mismos pacientes están superpuestos en dos artículos. (N) = número de pacientes de la serie. σ = desviación típica Tº op: tiempo de operación en minutos. Hosp: días de estancia hospitalaria.

2. VARIABLES EPIDEMIOLÓGICAS Y PERIOPERATORIAS DE LOS PACIENTES OPERADOS DE PLICATURAS DEL DIAFRAGMA

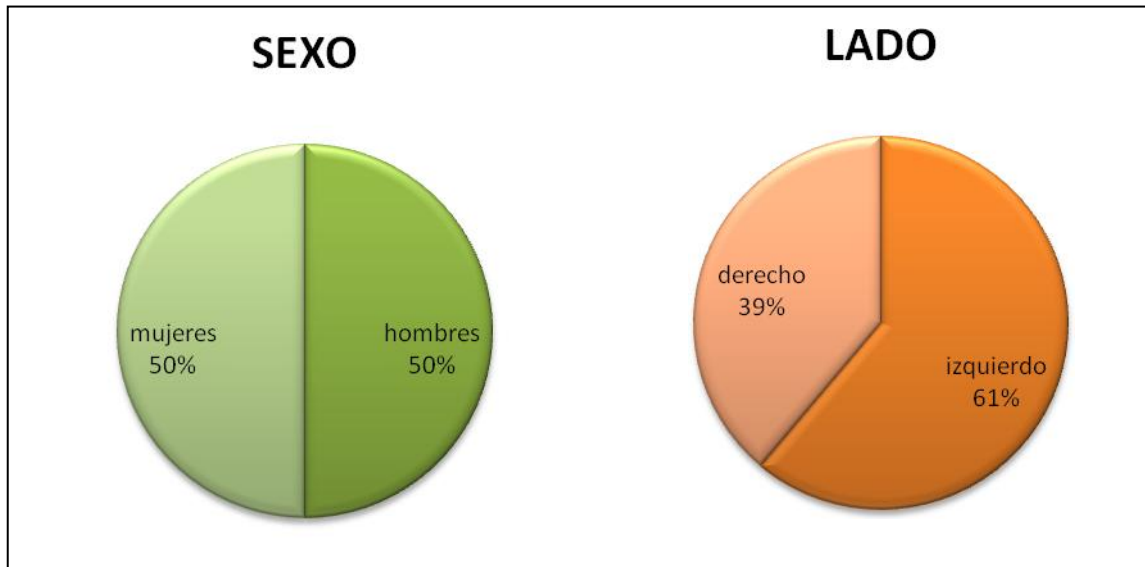
En el período de seis años y cinco meses, 22 pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente con diagnóstico de eventración diafragmática en quienes se programó una plicatura por mini toracotomía video-asistida.

Fueron excluidos cuatro casos que se comentan a continuación:

- Paciente que presentaba síntomas digestivos exclusivamente, sin alteraciones relevantes en la espirometría. Estos síntomas cedieron completamente algunos meses después de la cirugía.
- Paciente con una parálisis frénica iatrogénica tras una timectomía toracoscópica por miastenia gravis operada en el extranjero. Se trató durante la misma cirugía una recidiva de su miastenia gravis asociada a restos tímicos por esternotomía longitudinal media y la plicatura diafragmática videotoracoscópica se realizó a través de una pequeña apertura de la pleura mediastínica izquierda desde la esternotomía. Se perdió el seguimiento de la paciente por retorno a su país de origen.
- Paciente con diagnóstico de una eventración diafragmática congénita izquierda asociada a doble vena cava inferior y agenesia renal. Durante la exploración toracoscópica se advirtió una solución de continuidad del diafragma con un anillo en el centro frénico por donde transcurría una hernia con saco y como contenido el epiplón, estómago, mesos, intestino delgado y colon. Se convirtió a toracotomía por lo que se resecó el saco, se redujo la hernia y se cerró la brecha con una malla de Goretex^R. La paciente evolucionó favorablemente con mejoría de su sintomatología respiratoria y digestiva.
- Paciente con eventración diafragmática izquierda quien fue sometida a una plicatura diafragmática por videotoracosopia pura. La evolución inicial fue favorable, aunque a los tres meses del seguimiento presentó recidiva, con empeoramiento radiológico, sintomático y espirométrico. Se reoperó por mini-toracotomía video-asistida hallando el hilo de sutura

cortado (posiblemente debilitado debido a una manipulación excesiva del hilo con pinzas de agarre durante la toracoscopia). Se efectuó una nueva plicatura diafragmática según la técnica descrita anteriormente con resultados satisfactorios.

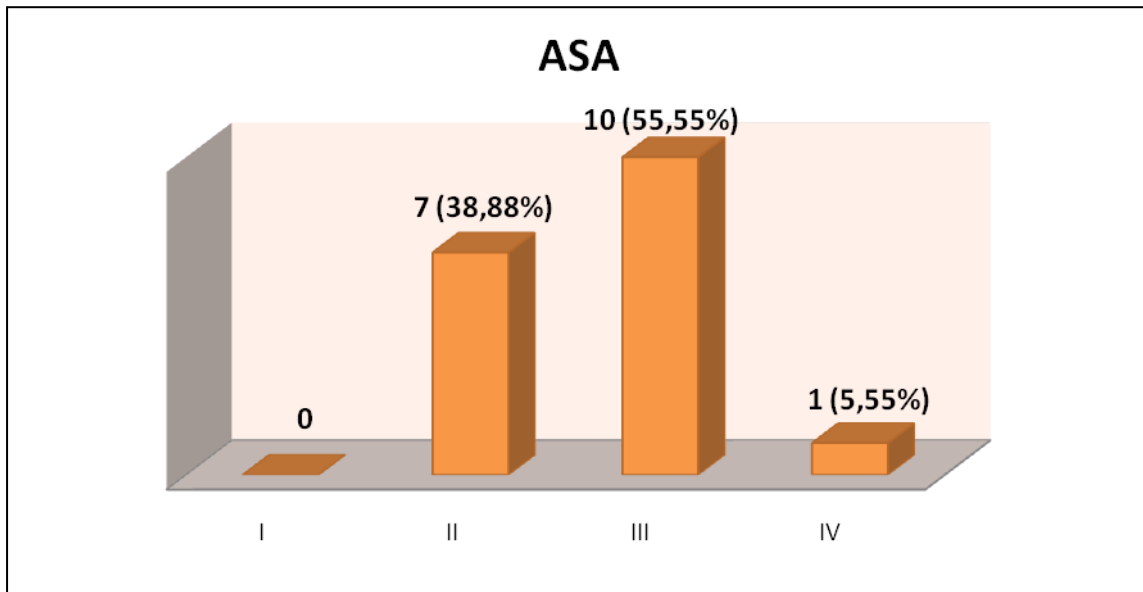
Por lo tanto, 18 pacientes cumplieron los criterios de inclusión. Nueve (50%) fueron del sexo femenino y 11 (61,11%) del lado izquierdo. (Gráfica 2)



Gráfica 2: Distribución de la población según sexo y el lado del hemidiafragma eventrado.

La edad media fue de 61,94 años (con un rango de 35 a 80 años). (Tabla V)

Según el riesgo anestésico preoperatorio los pacientes fueron clasificados en ASA I: 0; ASA II: 7; ASA III: 10 y ASA IV: 1. (Gráfica 3)



Gráfica 3: Distribución de la población según el Riesgo Anestésico siguiendo la escala de ASA ("American Society of Anesthesiology"). (Ver Anexos, Tabla XXIX)

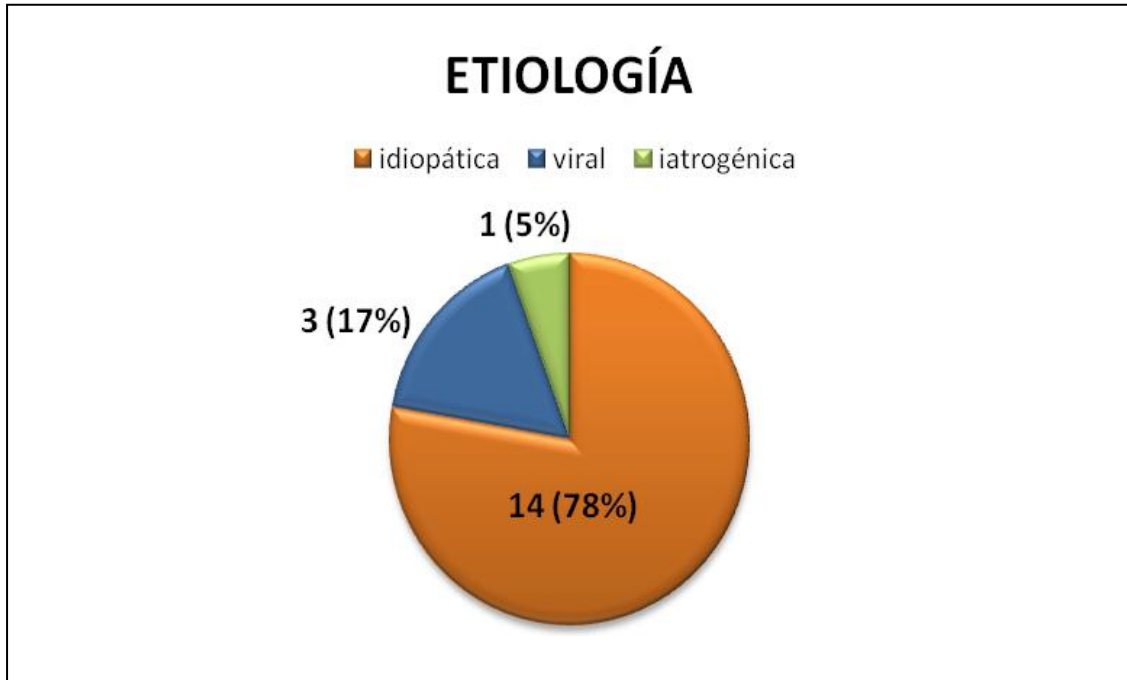
Los principales antecedentes patológicos se detallan en la siguiente tabla.

(Tabla V)

ANTECEDENTES PATOLÓGICOS	Nº CASOS	%
Ex fumador	7	38,88
Fumador activo	1	5,55
Obesidad	10	55,55
Traumatismo dorso-lumbar*	2	11,11
Hernioplastia inguinal	2	11,11
EPOC	7	38,88
Neoplasias*	2	11,11
Radioterapia*	2	11,11
Poliomielitis*- tetraparesia	1	5,55
Colecistectomizados	3	16,66
Otros	6	33,33

Tabla V: Antecedentes patológicos. (*): Sin demostración de relación causa - efecto ni cronología con la causa de la parálisis diafragmática. **Otros:** Antecedentes sin aparente relevancia en la función respiratoria. Presentados cada uno en un solo caso. Se incluyen: una mastectomía, una cirugía ginecológica, un hipotiroidismo, poliartritis, cardiopatía isquémica crónica y bronquitis crónica.

En 14 pacientes, la etiología fue idiopática, en 3 relacionada con infecciones virales y otra iatrogénica tras resección de un tumor de cavum con vaciamiento ganglionar. (Gráfica 4)



Gráfica 4: Distribución de la población según la etiología de la eventración diafragmática.

La media (μ) de tiempo desde el diagnóstico radiológico de la eventración diafragmática sintomática y la consulta con cirugía torácica fue de 59,27 meses, con una desviación típica (σ) de 82,59 meses y con un rango de 6 a 301 meses. (Tabla VI)

La media del tiempo operatorio fue de 92,44 minutos ($\sigma= 44,46$) con un rango de 40 a 180 minutos; la media de los días de permanencia del drenaje pleural fue de 4,55 ($\sigma= 2,68$) y la de los días de hospitalización fue de 7,5 días ($\sigma= 3,05$) con un rango de 4 a 15 días. (Tabla VI)

Pacientes	Edad	Meses diagn.	T. operatorio (minutos)	Días drenaje	Días hosp.
1	55	24	130	2	5
2	44	72	164	7	11
3	71	228	100	3	6
4	66	24	90	8	11
5	36	60	50	5	6
6	60	53	60	10	11
7	56	18	90	2	4
8	35	7	145	2	8
9	66	143	45	6	7
10	59	9	150	3	8
11	70	39	180	3	4
12	51	301	40	7	8
13	79	16	40	3	6
14	73	6	70	2	8
15	66	20	100	8	9
16	80	17	60	7	15
17	70	19	60	2	4
18	78	11	90	2	4
μ (σ)	61,94 (13,70)	59,27 (82,59)	92,44 (44,46)	4,55 (2,68)	7,5 (3,05)

Tabla VI: Variables cuantitativas epidemiológicas y perioperatorias. μ = media y σ = desviación típica.

No hubo fallecidos durante el ingreso hospitalario ni en todo el seguimiento postoperatorio.

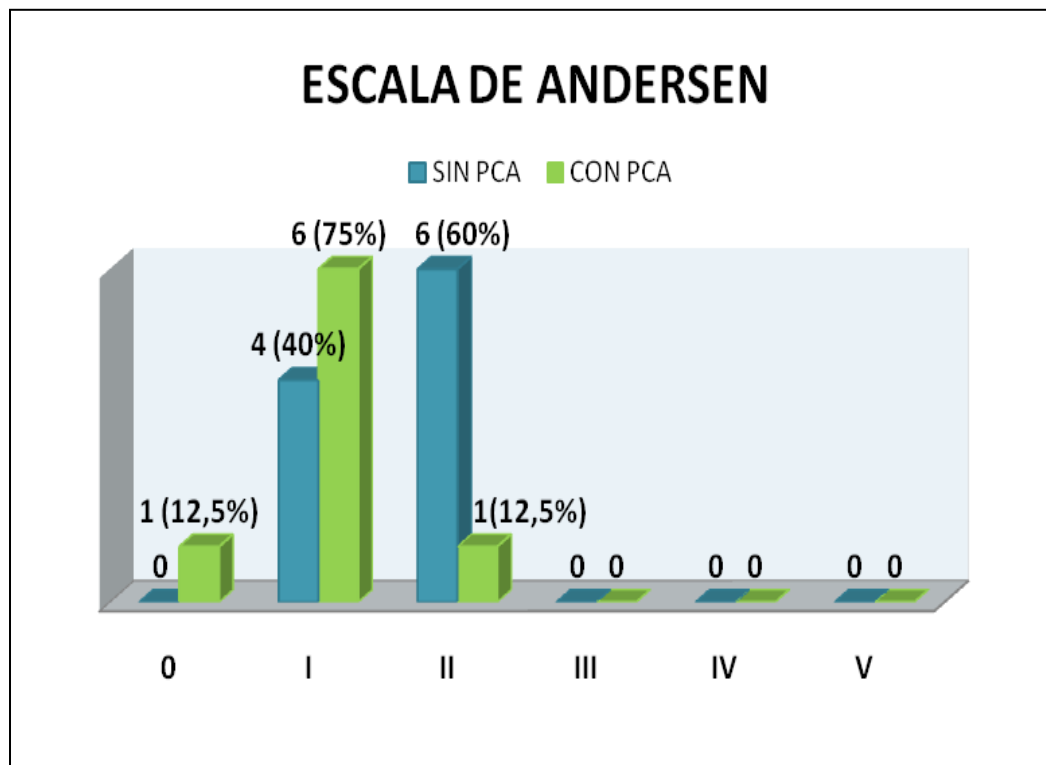
Ocho (44,44%) pacientes presentaron complicaciones postoperatorias:

- Un caso de hematoma hepático que se trató con reposo.
- Uno de derrame pleural con débitos mayores a 150 ml / día durante 4 días.
- Uno con fuga aérea prolongada (que se autolimitó al 6º día).
- Otro con una atelectasia tratada con fisioterapia respiratoria.
- Dos casos con íleos paralíticos postoperatorios (secundario a la PCA versus compartimental).
- Y dos casos con insuficiencia respiratoria tratados con BiPAP. Uno de ellos presentó además fibrilación auricular, hipotiroidismo subclínico y pequeña laceración esplénica que se resolvió con tratamiento médico.

Ninguna de las complicaciones requirió tratamiento con técnicas invasivas ni presentó indicación de reintervención quirúrgica. Sólo los dos pacientes tratados con BiPAP requirieron ingreso en la Unidad de Cuidados Intensivos.

El dolor postoperatorio medido por la escala de Andersen fue de I en 10 casos, de II en 7 y de 0 en otro paciente. Este último fue el único en el que no se utilizó el separador intercostal de Finochietto durante ninguna maniobra quirúrgica.

La analgesia en 8 pacientes fue efectuada con mórficos y anestésicos de larga duración (generalmente Levo-bupivacaína 0,125 % y Fentanilo 4 mcg/ml) a través de un catéter epidural con sistema de control de la analgesia por el paciente (PCA).



Gráfica 5: Comparación del dolor postoperatorio de los pacientes tratados con analgesia inicial intravenosa (10 casos) o con sistema PCA (8 casos), según la escala de Andersen. (Anexos, Tabla XXVIII)

3. RESULTADOS DE LAS VARIABLES CLÍNICAS Y ESPIROMÉTRICAS

3.1. Valores descriptivos:

3.1.1. Variables cualitativas (clínica)

En todos los períodos se dispone de los 18 casos; es decir, no hay valores perdidos para ninguna variable en ningún momento.

Síntoma	Valor	Preoperatorio	3 meses	6 meses	12 meses
Disnea	nada	0,00%	61,10%	72,20%	72,20%
	leve	5,60%	22,20%	22,20%	22,20%
	moderada	16,70%	16,70%	5,60%	5,60%
	grave	55,60%	0,00%	0,00%	0,00%
	muy grave	22,20%	0,00%	0,00%	0,00%
Ortopnea	No	44,40%	100,00%	100,00%	100,00%
	Si	55,60%	0,00%	0,00%	0,00%
Palpitación	No	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Si	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Dispepsia	No	55,60%	88,90%	88,90%	100,00%
	Si	44,40%	11,10%	11,10%	0,00%
O ₂ domicilio	No	66,70%	77,80%	88,90%	100,00%
	Si	33,30%	22,20%	11,10%	0,00%

Tabla VII: Valores descriptivos de los síntomas en el pre-operatorio, 3, 6 y 12 meses de seguimiento postoperatorio. Los grados de disnea se corresponden con la escala del Medical Research Council (MCR) modificada por la American Thoracic Society (ATS). ^(Ver anexo Tabla XXV)

Observaciones:

- La disnea, siempre presente en el preoperatorio, pasa a desaparecer en el 61% de los casos y a partir de los 6 meses en el 72%.
- Desaparecen las disneas graves o muy graves. Esta situación persiste durante el año.
- La ortopnea desaparece por completo desde el tercer mes.
- Ningún paciente presentó palpitaciones en el preoperatorio ni durante su seguimiento al año.
- El porcentaje de pacientes con dispepsia se reduce en 30 puntos desde el tercer mes, y desaparece al año.

El porcentaje de pacientes con requerimiento de oxigenoterapia domiciliaria disminuye gradualmente hasta desaparecer a los 12 meses.

3.1.2. Variables cuantitativas (espirometría)

Se muestra la cantidad de casos que no tienen valores perdidos para cada variable, además de la media y desviación típica.

	Pre-operatorio			3 meses			6 meses			12 meses		
	N	M	σ	N	μ	σ	N	μ	Σ	N	μ	σ
FVC ml	18	2030,0	970,6	18	2540,2	1190,8	18	2584,4	1207,6	17	2559,8	1254,6
FVC %	18	57,2	12,0	18	74,4	14,0	18	74,5	13,6	17	73,9	12,8
FEV1 ml	18	1474,2	679,7	18	1835,8	852,2	18	1885,6	907,3	17	1903,4	983,0
FEV1 %	18	57,2	12,1	18	72,9	13,3	18	74,5	14,8	17	75,4	15,5
PEF ml	18	5006,7	2065,5	17	5720,2	2036,8	17	5853,4	2248,8	16	6139,4	2585,0
PEF %	18	73,4	21,5	17	87,4	16,1	17	89,1	17,7	16	89,9	18,1
PIF	15	3403,6	1218,7	12	4096,8	2277,8	11	4158,9	2099,4	12	4543,4	2536,0
PIM	13	39,4	18,0	12	272,8	624,8	12	54,8	24,4	11	745,9	2290,0
PIM %	13	45,1	18,6	12	62,4	18,2	12	68,1	21,1	10	66,2	21,0
PEM	13	110,2	43,3	12	103,6	39,4	12	110,4	40,8	10	108,6	37,1
PEM %	13	67,5	23,0	11	64,3	15,0	12	69,2	19,5	9	70,4	23,5
FVC ml dec	14	1388,6	731,8	7	1926,0	603,0	8	2070,0	1249,1	8	1870,8	1343,6
FVC % dec	14	40,8	12,4	7	64,5	14,8	8	63,0	14,4	8	270,3	589,9
FEV1 ml dec	14	1015,7	613,3	7	1337,0	389,2	8	1466,5	1069,1	8	1347,0	1130,0
FEV1 % dec	14	40,9	14,4	7	63,0	13,2	8	61,5	15,2	8	180,9	341,5
FVC dec/se	14	24,9	13,5	7	12,8	5,9	8	12,3	5,9	8	12,55	6,71
FEV1 dec/s	14	27,1	13,5	7	15,0	9,1	8	15,3	6,3	8	16,35	11,17

Tabla VIII: Valores descriptivos de la espirometría en el pre-operatorio, 3, 6 y 12 meses de seguimiento postoperatorio. N = Número de pacientes; μ = media y σ = desviación típica. **FVC ml**= capacidad vital forzada (valor absoluto en mililitros) **FVC %**= capacidad vital forzada (valor relativo) **FEV1 ml**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor absoluto en mililitros) **FEV1 %**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor relativo) **PEF ml**= flujo espiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PEF%**= flujo espiratorio pico o máximo (valor relativo). **PIF**= flujo inspiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PIM**= presión inspiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PIM%**= presión inspiratoria máxima (valor relativo) **PEM**= presión espiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PEM%**= presión espiratoria máxima (valor relativo) **FVC ml dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FVC % dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor relativo) **FEV1 ml dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FEV1 % dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor relativo) **FVC dec/sed**= relación entre la FVC en decúbito y en sedestación **FEV1 dec/s**= relación entre el FEV1 en decúbito y en sedestación.

Observaciones:

- Todas las variables espirométricas incluidas mejoran desde el tercer mes, con tendencia a persistir durante el primer año.
- Un paciente no realizó la espirometría correspondiente a los 12 meses del seguimiento.
- Se han perdido algunos valores espirométricos por efectuar espirometrías incompletas desde el preoperatorio. Esto ocurrió

principalmente en los primeros casos operados, ya que aún no existía un claro protocolo de estudio para estos pacientes en nuestro Servicio.

- FVC dec/sed y FEV1 dec/sed marcan la diferencia del valor relativo del FVC y del FEV1 entre el decúbito supino y la sedestación. Teóricamente, cuanto menor sea ésta, mejor será la mecánica respiratoria en decúbito y menor posibilidad de ortopnea.

3.2. Valores analíticos:

3.2.1. Variables pre-operatorio vs. post-operatorio a los 3 meses

3.2.1.a. Variables categóricas

A continuación se realiza la prueba Z para comprobación de proporciones, para cada una de las variables disponibles categóricas (tanto ordinales como binomiales), antes y después (3 meses) de la operación.

Síntoma	Valor	Preoperatorio	3 meses
Disnea	nada	,0%	61,1%
	leve	5,6%	22,2%
	moderado	16,7%	16,7%
	grave	55,6%	,0%
	muy grave	22,2%	,0%
Ortopnea	No	44,4%	100,0%
	Si	55,6%	,0%
Palpitación	No	100,0%	100,0%
	Si	,0%	,0%
Dispepsia	No	55,6%	88,9%
	Si	44,4%	11,1%
O ₂ domicilio	No	66,7%	77,8%
	Si	33,3%	22,2%

Tabla IX: Comparación de las variables categóricas del preoperatorio y a los 3 meses de evolución. O₂ domicilio = Requerimientos de oxigenoterapia respiratoria. Se marca en **negrita un porcentaje cuando éste es estadísticamente diferente que su correspondiente valor para el síntoma antes de la operación, con un nivel de confianza del 95%.**

Observaciones:

- La disnea desaparece en el 61% de los casos.
- Desaparecen las disneas graves y muy graves.
- La ortopnea desaparece por completo.
- El porcentaje de pacientes con dispepsia se reduce significativamente en 30 puntos.
- Los requerimientos de la oxigenoterapia domiciliaria persisten en menor cantidad de pacientes, aunque sin diferencias estadísticamente significativas.

3.2.1.b. Variables cuantitativas

Al contar con 18 casos como máximo, se realizaron tests no paramétricos, y pareados para analizar las diferencias en las variables cuantitativas entre los mismos pacientes.

Puesto que SPSS no permite tests no paramétricos de grupo con post-hoc, se efectuó en primer lugar una prueba pareada entre los datos originales (Pre-operatorio) y la revisión a los 3 meses (**Tabla X**).

Después, se hizo un test de grupo para los valores postoperatorios (3, 6 y 12 meses) para comprobar que no exista diferencia entre ellos (**Tablas XII y XIII**).

Cada resultado se obtuvo con un test de Wilcoxon de Rangos con signo, pareado, ignorando una comparación cuando el valor de la variable es perdido, sea en el período pre o post. Así, en la columna “N” indicamos el número de parejas que han sido incluidas en el test.

Preoperatorio Vs post 3 meses			
	Diferencia	p-value	N
FVC ml	510,2	,000	18
FVC %	17,1	,000	18
FEV1 ml	361,7	,000	18
FEV1 %	15,7	,000	18
PEF ml	713,5	,049	17
PEF %	14,1	,002	17
PIF	693,2	,059	12
PIM	233,4	,004	12
PIM %	17,2	,008	12
PEM	-6,6	,182	12
PEM %	-3,2	,959	11
FVC ml dec	537,4	,018	7
FVC % dec	23,6	,018	7
FEV1 ml dec	321,3	,018	7
FEV1 % dec	22,1	,018	7
FVC dec/se	-12,1	,043	7
FEV1 dec/s	-12,1	,028	7

Tabla X: Análisis de las variables cuantitativas (espirométricas) del preoperatorio y a los 3 meses de evolución. Se marca en **negrita** un porcentaje cuando éste es estadísticamente diferente que su correspondiente valor preoperatorio, con un nivel de confianza mayor del 95%. **FVC ml**= capacidad vital forzada (valor absoluto en mililitros) **FVC %**= capacidad vital forzada (valor relativo) **FEV1 ml**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor absoluto en mililitros) **FEV1 %**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor relativo) **PEF ml**= flujo espiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PEF%**= flujo espiratorio pico o máximo (valor relativo). **PIF**= flujo inspiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PIM**= presión inspiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PIM%**= presión inspiratoria máxima (valor relativo) **PEM**= presión espiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PEM%**= presión espiratoria máxima (valor relativo) **FVC ml dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FVC % dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor relativo) **FEV1 ml dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FEV1 % dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor relativo) **FVC dec/se**= relación entre la FVC en decúbito y en sedestación **FEV1 dec/s**= relación entre el FEV1 en decúbito y en sedestación.

Observaciones:

- Encontramos diferencia significativa entre todas las variables excepto para PIF, PEM y PEM%.

Las diferencias encontradas son para un nivel de confianza del 99% para las variables:

- FVC ml

- FVC %
 - FEV1 ml
 - FEV1 %
 - PEF%
 - PIM
 - PIM%
- El resto de diferencias se mantienen para un nivel de confianza del 95%:
 - PEF ml
 - FVC ml dec
 - FVC % dec
 - FEV1 ml dec
 - FEV1 % dec
 - FVC sed/de
 - FEV1 sed/d

3.2.2. Variables de los 3 meses vs. 6 y 12 meses post-operatorios

3.2.2.a. Variables categóricas

Para los períodos de 6 y 12 meses, tenemos muchos valores perdidos por ser iguales a “0%”, con lo cual la prueba Z no puede realizarse correctamente en esos casos. Sin embargo, se añaden aquí las tablas con los porcentajes de cada período postoperatorio por interés descriptivo.

		Momento del postoperatorio		
		3meses	6meses	12meses
		% del N de la columna	% del N de la columna	% del N de la columna
Disnea	nada	61,1%	72,2%	72,2%
	leve	22,2%	22,2%	22,2%
	moderado	16,7%	5,6%	5,6%
	grave	,0%	,0%	,0%
	muy grave	,0%	,0%	,0%
Ortopnea	No	100,0%	100,0%	100,0%
	Si	,0%	,0%	,0%
Palpitación	No	100,0%	100,0%	100,0%
	Si	,0%	,0%	,0%
Dispepsia	No	88,9%	88,9%	100,0%
	Si	11,1%	11,1%	,0%
O2 domicilio	No	77,8%	88,9%	100,0%
	Si	22,2%	11,1%	,0%

Tabla XI: Comparación de las variables categóricas de los tres meses con los 6 y 12 meses postoperatorios. O2 domicilio= Requerimientos de oxigenoterapia respiratoria. % del N de la columna= Porcentaje del número de pacientes con la variable en estudio. Se marca en **negrita un porcentaje cuando éste es estadísticamente diferente que su correspondiente valor para el síntoma antes de la operación, con un nivel de confianza del 95% o cuando ha alcanzado el valor de 0.**

Tal como hemos comentado en el párrafo anterior, la prueba Z de proporciones no se puede ejecutar cuando para el valor de una variable de las columnas tiene 0 casos (marcados en negritas). Sin embargo, es obvio que existen diferencias con el preoperatorio y se mantienen estables durante el primer año (Tabla VII y tabla XI). Aun así, no se puede finalizar el test.

3.2.2.b. Variables cuantitativas :

Se aplicó el test no paramétrico de Friedman para 3 muestras pareadas, donde en este caso la hipótesis nula de la que se parte es que no existe diferencia en la media de ninguna variable en alguno de los momentos postoperatorios.

Vemos que en ningún caso puede rechazarse la hipótesis nula para un nivel de confianza del 95%, con lo cual podemos decir que los valores de las variables son estadísticamente iguales en cualquier momento del post-operatorio.

Conviene aclarar que aunque en alguna comparación, como ocurre para la variable PIM, hay alguna media muy dispar de las otras 2, al tener tan pocos casos para realizar el test, éste establece que la diferencia es aleatoria y por lo tanto no es significativa.

Comparación en 3 períodos de post-operatorio			
	N	Media	p-value
PO 3_FVCml	17	2513,0	0,191
PO 6_FVCml		2563,5	
PO 12_FVCml		2559,8	
PO 3_FVC_%	17	74,1	0,727
PO 6_FVC_%		74,3	
PO 12_FVC_%		73,9	
PO FEV1ml	17	1816,5	0,191
PO 6_FEV1ml		1869,4	
PO 12_FEV1ml		1903,4	
PO 3_FEV1_%	17	72,3	0,192
PO 6_FEV1_%		74,0	
PO 12_FEV1_%		75,4	
PO 3_PEFml	16	5687,4	0,294
PO 6_PEFml		5829,2	
PO 12_PEFml		6139,4	
PO 3_PEF_%	16	88,0	0,602
PO 6_PEF_%		89,7	
PO 12_PEF_%		89,9	
PO 3_PIF	10	4230,9	0,199
PO 6_PIF		4238,8	
PO 12_PIF		4658,1	

Tabla XII: Análisis de las variables cuantitativas de los 3 meses (PO 3) y de los 6 y 12 meses de evolución (PO 6 y PO 12 respectivamente). Se marca en **negrita** cuando existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los 3, 6 y 12 meses con un nivel de confianza mayor del 95%. **FVC ml**= capacidad vital forzada (valor absoluto en mililitros) **FVC %**= capacidad vital forzada (valor relativo) **FEV1 ml**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor absoluto en mililitros) **FEV1 %**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor relativo) **PEF ml**= flujo espiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PEF%**= flujo espiratorio pico o máximo (valor relativo). **PIF**= flujo inspiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros). **N**= indica el número de casos para los que se tenía el valor de las 3 variables.

Comparación en 3 períodos de post-operatorio			
	N	Media	p-value
PO 3_PIM	9	343,8	0,562
PO 6_PIM		55,2	
PO 12_PIM		56,3	
PO 3_PIM_%	8	57,3	0,407
PO 6_PIM_%		65,6	
PO 12_PIM_%		61,5	
PO 3_PEM	9	93,6	0,139
PO 6_PEM		105,2	
PO 12_PEM		109,9	
PO 3_PEM_%	7	56,6	0,707
PO 6_PEM_%		64,5	
PO 12_PEM_%		68,5	
PO 3_FVCml_dec	3	2020,3	0,097
PO 6_FVCml_dec		2023,3	
PO 12_FVCml_dec		1883,3	
PO 3_FVC_%_dec	3	69,3	0,097
PO 6_FVC_%_dec		68,6	
PO 12_FVC_%_dec		64,7	
PO 3_FEV1ml_dec	3	1243,0	0,717
PO 6_FEV1ml_dec		1244,0	
PO 12_FEV1ml_dec		1296,7	
PO 3_FEV1_%_dec	3	61,1	0,717
PO 6_FEV1_%_dec		61,8	
PO12_FEV1_%_dec		62,4	

Tabla XIII: (Continuación) Análisis de las variables cuantitativas de los 3 meses (PO 3) y de los 6 y 12 meses de evolución (PO 6 y PO 12 respectivamente). Se marca en **negrita** cuando existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los 3, 6 y 12 meses con un nivel de confianza mayor del 95%. **PIM**= presión inspiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PIM%**= presión inspiratoria máxima (valor relativo) **PEM**= presión espiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PEM%**= presión espiratoria máxima (valor relativo) **FVC ml dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FVC % dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor relativo) **FEV1 ml dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FEV1 % dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor relativo) **FVC dec/sed**= relación entre la FVC en decúbito y en sedestación **FEV1 dec/sed**= relación entre el FEV1 en decúbito y en sedestación. **N**= indica el número de casos para los que se tenía el valor de las 3 variables. (-)= indica cuando no se dispone de suficiente cantidad de casos para realizar el test estadístico.

Observaciones de estas dos tablas:

- No se observan diferencias estadísticamente significativas en los valores espirométricos postoperatorios durante el año. No es posible rechazar la hipótesis nula ya que no existe diferencia estadísticamente significativa en la media de ninguna variable en alguno de los momentos postoperatorios.

3.2.3. Diferencia de variables del pre y post operatorio, estratificando según una variable de referencia

3.2.3.a. Variables cualitativas

Se ha realizado una prueba Z con nivel de confianza de 95%. En muchos casos no se disponía de suficientes registros como para realizar la comparación principalmente porque debido a la fragmentación en subgrupos quedan registros insuficientes o porque tras la operación se dispone de 0 casos para alguna columna (0%), con lo cual el Z test no se puede ejecutar.

De aquellas que se han podido realizar, solo se ha encontrado diferencia significativa en el caso de la variable dispepsia, según el Sexo, Edad y ASA.

A continuación se muestran las tablas completas para todos los síntomas según el valor de otras variables descriptivas (Tablas XIV y XV).

Porcentaje de pacientes		Lado EV				Sexo				Edad_D				ASA_Binom			
		Izquierdo		Derecho		Hombre		Mujer		<=60		>60		alto_muy moderado		Alto	
		Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m
Disnea	nada	0,0	81,8	0,0	57,1	0,0	77,8	0,0	66,7	0,0	62,5	0,0	80,0	0,0	75,0	0,0	70,0
	leve	9,1	18,2	0,0	28,6	11,1	22,2	0,0	22,2	12,5	37,5	0,0	10,0	12,5	25,0	0,0	20,0
	Mod.	18,2	0,0	14,3	14,3	22,2	0,0	11,1	11,1	12,5	0,0	20,0	10,0	25,0	0,0	10,0	10,0
	alto	36,4	0,0	85,7	0,0	33,3	0,0	77,8	0,0	50,0	0,0	60,0	0,0	62,5	0,0	50,0	0,0
	muy a.	36,4	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	11,1	0,0	25,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0
Ortopnea	No	54,5	100	28,6	100	66,7	100	22,2	100	62,5	100	30,0	100	50,0	100	40,0	100
	Si	45,5	0,0	71,4	0,0	33,3	0,0	77,8	0,0	37,5	0,0	70,0	0,0	50,0	0,0	60,0	0,0
Palpitac.	No	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Si	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dispepsia	No	45,5	81,8	71,4	100	44,4	88,9	66,7	88,9	37,5	75,0	70,0	100	25,0	87,5	80,0	90,0
	Si	54,5	18,2	28,6	0,0	55,6	11,1	33,3	11,1	62,5	25,0	30,0	0,0	75,0	12,5	20,0	10,0
O2domic.	No	63,6	90,9	71,4	85,7	55,6	77,8	77,8	100	75,0	100	60,0	80,0	100	100	40,0	80,0
	Si	36,4	9,1	28,6	14,3	44,4	22,2	22,2	0,0	25,0	0,0	40,0	20,0	0,0	0,0	60,0	20,0

Tabla XIV: Comparación del porcentaje de pacientes con los síntomas, en el pre y postoperatorio de los 6 meses distribuyendo los casos en subgrupos según: el lado de la eventración (Lado EV), Sexo, Edad (mayor o menor de 60 años) y la clasificación de A.S.A. Se marca en “negritas” las variables que alcanzaron diferencias estadísticamente significativas.

Porcentaje de pacientes		Meses Diag				Obesidad				SAOS				EPOC			
		<=24		>24		Sobrepeso		Obeso		Sí		No		Sí		No	
		Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m	Pre	6m
Disnea	nada	0,0	72,7	0,0	71,4	0,0	62,5	0,0	80,0	0,0	33,3	0,0	80,0	0,0	71,4	0,0	72,7
	leve	0,0	18,2	14,3	28,6	12,5	37,5	0,0	10,0	0,0	66,7	6,7	13,3	14,3	28,6	0,0	18,2
	Mod.	27,3	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	10,0	0,0	0,0	20,0	6,7	14,3	0,0	18,2	9,1
	alto	63,6	0,0	42,9	0,0	50,0	0,0	60,0	0,0	33,3	0,0	60,0	0,0	42,9	0,0	63,6	0,0
	muy a.	9,1	0,0	42,9	0,0	37,5	0,0	10,0	0,0	66,7	0,0	13,3	0,0	28,6	0,0	18,2	0,0
Ortopnea	No	45,5	100	42,9	100	50,0	100	40,0	100	0,0	100	53,3	100	42,9	100	45,5	100
	Si	54,5	0,0	57,1	0,0	50,0	0,0	60,0	0,0	100	0,0	46,7	0,0	57,1	0,0	54,5	0,0
Palpitac.	No	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Si	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dispepsia	No	54,5	90,9	57,1	85,7	62,5	87,5	50,0	90,0	100	100	46,7	86,7	57,1	100	54,5	81,8
	Si	45,5	9,1	42,9	14,3	37,5	12,5	50,0	10,0	0,0	0,0	53,3	13,3	42,9	0,0	45,5	18,2
O2domic.	No	72,7	81,8	57,1	100	62,5	100	70,0	80,0	33,3	66,7	73,3	93,3	57,1	71,4	72,7	100
	Si	27,3	18,2	42,9	0,0	37,5	0,0	30,0	20,0	66,7	33,3	26,7	6,7	42,9	28,6	27,3	0,0

Tabla XV: Diferencias del porcentaje de pacientes con los síntomas en el pre y postoperatorio de los 6 meses (6m), distribuyendo los casos en subgrupos según: los meses desde su diagnóstico (Meses Diagn.), obesidad, SAOS (síndrome de apneas obstructivas del sueño) y EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica). Se marca en “negritas” las variables que alcanzaron diferencias estadísticamente significativas.

Observaciones de estas dos tablas:

- La fragmentación de la población (18 pacientes en total) en subgrupos puede ocasionar registros insuficientes como para efectuar la comparación entre los mismos. Los resultados deben tomarse cautelosamente.
- El porcentaje de personas que no sufren dispepsia aumentan estadísticamente cuando la operación se realiza sobre hombres, personas menores de 60 años o con un ASA moderado.
- No se advierten diferencias significativas entre estos subgrupos (lado afecto, sexo, edad, riesgo anestésico, meses desde el diagnóstico, obesidad, SAOS y EPOC) en cuanto al efecto que la plicatura diafragmática ejerce en los pacientes a los 6 meses de la cirugía, excepto los ya mencionados en relación a la dispepsia.

3.2.3.b Variables cuantitativas :

La tabla XVI muestra el p-valor obtenido al comparar las medias de cada una de las variables numéricas de la espirometría preoperatoria y de los 3 meses de evolución. Se utilizó un test Wilcoxon con rango de signos para cada una de las variables.

Se marca en cada celda cuando el test genera una diferencia significativa con confianza del 95%, entre las variables preoperatorias y postoperatorias. El color verde es usado si la diferencia es positiva (ha aumentado en los 3 meses de post-operatorio), y en rojo si es negativa (ha disminuido).

En la última fila se indica la cantidad de veces que el valor de una variable descriptiva de la columna ha resultado con diferencia significativa, mientras que el otro valor de la misma variable no.

	Lado Ev		Sexo		Edad		ASA		MesesDiag.		Obesidad		SAOS		EPOC	
	Izq	Dcho	H	M	<=60	>60	0,1,2	3,4	<=24	>24	Sobrep	Obeso	Sí	No	Sí	No
FVC ml	,004	,028	,011	,011	,012	,012	,012	,013	,004	,028	,036	,005	,285	,001	,028	,004
FVC %	,004	,028	,011	,011	,012	,013	,012	,013	,004	,028	,036	,005	,285	,001	,028	,004
FEV1 ml	,003	,018	,008	,008	,012	,005	,012	,005	,003	,018	,012	,005	,109	,001	,018	,003
FEV1 %	,003	,018	,008	,008	,012	,005	,012	,005	,003	,018	,012	,005	,109	,001	,018	,003
PEF ml	,203	,128	,161	,086	,401	,086	,123	,260	,026	,753	,866	,022	,180	,112	,116	,182
PEF %	,007	,128	,017	,086	,017	,086	,017	,051	,023	,046	,063	,019	,180	,007	,046	,029
PIF	,138	,225	,068	,753	,043	,893	,116	,273	,173	,144	,068	,249	-	,066	,068	,249
PIM	,034	,043	,080	,018	,104	,018	,027	,046	,012	,144	,080	,018	,180	,009	,043	,041
PIM %	,063	,043	,043	,091	,043	,043	,173	,028	,050	,068	,043	,043	,180	,017	,043	,063
PEM	,917	,042	,686	,116	,500	,344	,500	,344	,499	465	,144	,612	,655	,086	,715	,237
PEM %	,345	,465	,715	,600	,285	,735	,893	,893	,866	1	1	1	317	,767	,715	,753
FVC ml dec	,109	,068	,180	,043	,109	,068	,068	,109	,068	,109	,068	,109	-	,028	,109	,068
FVC % dec	,109	,068	,180	,043	,109	,068	,068	,109	,068	,109	,068	,109	-	,028	,109	,068
FEV1 ml dec	,109	,068	,180	,043	,109	,068	,068	,109	,068	,109	,068	,109	-	,028	,109	,068
FEV1 % dec	,109	,068	,180	,043	,109	,068	,068	,109	,068	,109	,068	,109	-	,028	,109	,068
FVC sed/de	,109	,273	,180	,138	,593	,068	,273	,109	,273	,109	,068	,285	-	,046	,109	,144
FEV1 sed/d	,109	,144	,180	,080	,285	,068	,144	,109	,144	,109	,068	,285	-	,046	,109	,144
Diferencia única	1	2	2	5	2	1	1	1	3	0	0	1	0	7	1	0

Tabla XVI: Valor-p de la comparación de medias para las variables cuantitativas (espirométricas) del preoperatorio y los 3 meses, según pertenezcan a los distintos subgrupos. Se marca con verde cuando existen diferencias estadísticamente significativas positivas y con rojo cuando éstas son negativas. (-)= indica cuando no se dispone de suficiente cantidad de casos para realizar el test estadístico. **Diferencia única=** indica la cantidad de veces que el valor de una variable descriptiva de la columna ha resultado con diferencia significativa, mientras que el otro valor de la misma variable no.

En la tabla XVII se utiliza el mismo formato que con la anterior, pero las celdas muestran la diferencia numérica en vez del p-valor.

	Lado Ev		Sexo		Edad		ASA		MesesDiag.		Obesidad		SAOS		EPOC	
	Izq	Dcho	H	M	<=60	>60	0,1,2	3,4	<=24	>24	Sobrep	Obeso	Sí	No	Sí	No
FVC ml	550	448	637	383	684	371	604	435	503	522	460,6	550	465	519	615	443
FVC %	16,6	17,9	16,5	17,7	20,3	14,6	19,7	15,1	18,7	14,7	13,93	19,7	14,9	17,6	17,7	16,8
FEV1 ml	389	319	469	255	455	287	416	318	344	389	353,3	368	245	385	436	315
FEV1 %	14,9	17	15,2	16,2	15,7	15,8	17,6	14,2	17	13,8	14,5	16,7	11,3	16,6	18,3	14,1
PEF ml	685	794	1143	436	610	704	725	645	928	367	135,6	1122	1094	611	1102	481
PEF %	15,7	10,9	18,8	9,04	17,4	10,9	14,7	12,8	13,2	14,2	11,79	15,3	17	13,1	17,5	11,3
PIF	1038	377	2507	88,5	823	180	1103	301	759	241	386,8	967	218	713	1054	479
PIM	330	98,7	23	383	96,6	330	447	19,4	343	14,5	535,8	18,4	229	235	540	14,9
PIM %	17,9	17,7	29,7	8,75	20,4	14,7	10,2	23,1	14,4	24	17,19	18,1	23,3	16,1	23,1	13,9
PEM	-1,57	-10,8	-4	-11	-7,8	-5,23	-6,33	-5,07	-4,78	-12	-14,2	0,45	12	-10	-2,4	-10,3
PEM %	-0,66	-5,86	2,4	-6,2	-1,22	-4,79	-3,93	-1,66	-2,17	-5,68	-6,02	-2,06	9,75	-5,7	2,33	-7,62
FVC ml dec	342	709	637	651	414	630	299	744	307	865	511,3	716	581	530	806	370
FVC % dec	18,7	25,4	22,1	23,9	21,4	25,3	20,7	23,2	22,5	26,8	21,63	30	27,4	23	32,4	17,9
FEV1 ml dec	199	443	267	446	229	391	135	456	147	577	337,8	428	376	312	459	263
FEV1 % dec	19	22,6	15,8	23,5	19,3	24,2	18,9	21,4	20,8	25,9	22	26,8	23,8	21,8	27,6	19,5
FVC sed/de	-10,6	-13,9	-12	-12	-4,71	-17,7	-8,96	-13,9	-8,73	-17,9	-14,4	-12,8	6,98	-15	-15,5	-10,2
FEV1 sed/d	-13,3	-10,9	-13	-11	-7,81	-15,2	-9,03	-13,6	-7,54	-18,8	-12,7	-14,9	-0,38	-14	-12,6	-13,1

Tabla XVII: Diferencia numérica existente entre las medias de las variables cuantitativas (espirométricas) del preoperatorio y los 3 meses, según pertenezcan a los distintos subgrupos. Se marca con verde cuando existen diferencias estadísticamente significativas positivas y con rojo cuando éstas son negativas.

Observaciones de estas dos tablas:

- La fragmentación de la población (18 pacientes en total) en subgrupos puede ocasionar registros insuficientes como para efectuar la comparación de medias entre los mismos. Los resultados deben tomarse cautelosamente. La diferencia mostrada en la segunda tabla, es posible efectuarla aún con escasos pacientes, por lo que no hay datos perdidos.
- Los valores de FVC y FEV₁ (en valores relativos y absolutos) mejoran significativamente tras la plicatura diafragmática, sin importar a qué

subgrupos pertenecen los pacientes; exceptuando los que presentaban SAOS, cuya mejoría no es significativa.

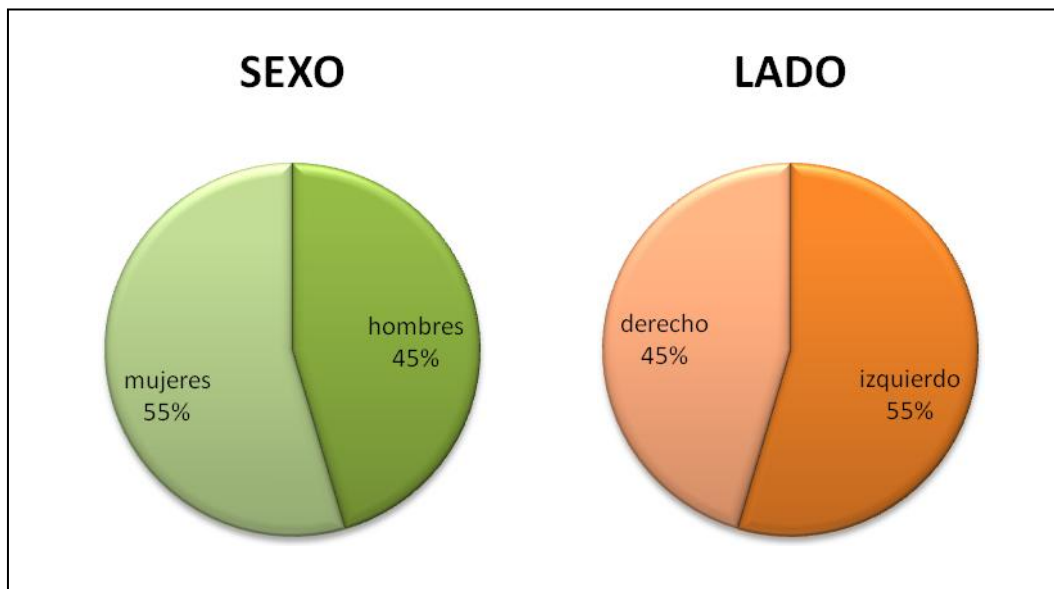
- Los pacientes operados que presentaban SAOS confirmado y en tratamiento con CPAP, no mejoraron ninguna variable espirométrica con significación estadística. En total son tres pacientes, por lo que algunos valores de la primera tabla se han perdido y se señalan con un guion (-). Se deben tomar estos resultados cautelosamente debido al bajo número de pacientes operados y que estaban siendo tratados por SAOS (3 pacientes).
- Contrariamente al punto anterior, los pacientes sin SAOS presentaron una mejoría significativa a los 3 meses del postoperatorio en 7 variables espirométricas.
- FVC dec/sed y FEV1 dec/sed marcan la diferencia del valor del FVC y del FEV1 entre el decúbito supino y la sedestación. Teóricamente, cuanto menor sea ésta, mejor será la mecánica respiratoria en decúbito y menor posibilidad de ortopnea. Los valores marcados con « rojo » en la tabla, son efectos teóricamente beneficiosos. Todos los valores son negativos, pero sólo alcanzan significación en los pacientes que no tienen SAOS.
- Respecto al sexo, hay 5 variables de espirometría que mejoran significativamente solo cuando se trata de mujeres, mientras que solo hay 2 que lo hacen únicamente para los varones.
- La variable PEM disminuye significativamente más cuando la operación es sobre el lado derecho que el izquierdo, pero hay que tener en cuenta que PEM es un valor absoluto; la variable PEM en % no registra diferencias significativas según el lado.

4. REVISIÓN TARDÍA. EFECTOS ESPIROMÉTRICOS Y CLÍNICOS DE LA PLICATURA DIAFRAGMÁTICA A LARGO PLAZO (seguimiento mayor a 30 meses).

4.1. Cambios epidemiológicos de los pacientes incluidos en la Revisión Tardía:

De los 18 pacientes incluidos inicialmente en el estudio de las plicaturas diafragmáticas, ninguno ha fallecido hasta el momento de esta Revisión. Sin embargo, siete pacientes (38,8%) fueron excluidos de esta fase del estudio atribuyendo los siguientes criterios:

- 2 (11,11%) fueron excluidos por negarse a participar de este estudio refiriendo razones económicas y laborales.
- Otro paciente (5,5%) presenta un alto grado de discapacidad debido a la progresión de su enfermedad de Parkinson que impide la realización de la espirometría y dificulta su desplazamiento hacia nuestro hospital.
- Otros 4 (22,22%) fueron rechazados por no alcanzar los 30 meses postoperatorios.



Gráfica 6: Distribución de la población de la Revisión Tardía según sexo y el lado del hemidiafragma eventrado.

Once pacientes cumplieron los criterios de inclusión para la Revisión Tardía. Seis (54,4%) fueron del sexo femenino y seis (54,4%) del lado izquierdo. (Gráfica 6)

La edad media fue de 63,54 (con un rango de 38 y 82 años).

La media de seguimiento es de 49,9 meses (con un rango de 30 a 90 meses).

4.1.1. Antecedentes patológicos añadidos durante el seguimiento:

El 54% de los pacientes incluidos sufrieron cambios patológicos relevantes durante su seguimiento. Estos se detallan a continuación:

- Dos pacientes presentaron un carcinoma de mama tratados con mastectomía y adyuvancia quimio-radioterápica.
- Radionecrosis secundaria a radioterapia por carcinoma de mama tratado hace varios años. Se efectuó una resección costal, colocación de malla de reemplazo y plástica con colgajo pediculado de músculo dorsal ancho.
- Hipertiroidismo no controlado, anorexia, pérdida de 23 kg, ansiedad fóbica, fibromialgia y episodios de autolisis.
- SAOS tratado con CPAP en un caso.
- Dos pacientes con importante artrosis de rodillas que les dificulta deambulación.
- Parálisis recurrente en estudio.
- Dolor en hipocondrio derecho en estudio en probable relación con patología hepática en estudio.

4.2. Variables categóricas

La prueba Z de proporciones no se puede ejecutar cuando el valor de una variable tiene 0 casos.

Para los períodos de 6 y 12 meses, tenemos muchos valores perdidos o no ejecutables por ser « 0 » (marcados en negritas), con lo cual la prueba Z no puede realizarse correctamente. Sin embargo, es obvio que existe diferencia con el preoperatorio y que esta se mantiene estable durante el primer año y algo menor a partir de los 30 meses (Tabla XVIII).

Se añade aquí la tabla con los porcentajes de cada una de las variables categóricas (tanto ordinales como binomiales) disponibles de cada período por interés descriptivo. Se han incluido los 18 pacientes operados en todos los momentos del seguimiento evolutivo, mientras que a partir de los treinta meses sólo se han considerado 11.

		Revisiones				
		Preoperatorio	3meses	6meses	12meses	> 30meses
		% del N de la columna	% del N de la columna	% del N de la columna	% del N de la columna	% del N de la columna
Disnea	nada	,0%	61,1%	72,2%	72,2%	54,5%
	leve	5,6%	22,2%	22,2%	22,2%	45,5%
	moderado	16,7%	16,7%	5,6%	5,6%	,0%
	grave	55,6%	,0%	,0%	,0%	,0%
	muy grave	22,2%	,0%	,0%	,0%	,0%
Ortopnea	No	44,4%	100,0%	100,0%	100,0%	90,9%
	Si	55,6%	,0%	,0%	,0%	9,1%
Palpitación	No	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	Si	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%
Dispepsia	No	55,6%	88,9%	88,9%	100,0%	90,9%
	Si	44,4%	11,1%	11,1%	,0%	9,1%
O2domicilio	No	66,7%	77,8%	88,9%	100,0%	90,9%
	Si	33,3%	22,2%	11,1%	,0%	9,1%

Tabla XVIII: Valores descriptivos de los síntomas preoperatorios y de las distintas revisiones postoperatorias. Los grados de disnea se corresponden con la escala del Medical Research Council (MCR) modificada por la American Thoracic Society (ATS). (Ver anexo, Tabla XXV)

O2domicilio= Requerimientos de oxigenoterapia respiratoria. % del N de la columna= Porcentaje del número de pacientes con la variable en estudio. Se marca en **negrita** cuando ha alcanzado el valor de 0 (estos impiden realizar correctamente la prueba Z de proporciones).

De esta tabla descriptiva se desprende que en los porcentajes mostrados no existen diferencias significativas entre las columnas:

- La disnea, siempre presente en el preoperatorio, pasa a desaparecer en el 61% de los casos y a partir de los 6 meses en el 72%. Este porcentaje decae a un 54,5% a partir de los 30 meses.

- Desaparecen las disneas de graves o muy graves. Esta situación persiste durante todo el seguimiento. A partir de los 2,5 años, desaparecen también las disneas moderadas, permaneciendo todas en el grupo de nada de disnea o disnea leve.
- La ortopnea desaparece por completo desde el tercer mes. Uno de estos pacientes (9,09%) refiere presentar nuevamente ortopnea en la revisión de los 30 meses.
- Ningún paciente presentó palpitaciones en el preoperatorio ni durante su seguimiento.
- El porcentaje de pacientes con dispepsia se reduce en 30 puntos desde el tercer mes, y desaparece al año. Uno de estos pacientes (9,09%) refiere presentar nuevamente dispepsia en la revisión de los 30 meses.
- El porcentaje de pacientes con requerimiento de oxigenoterapia domiciliaria disminuye gradualmente hasta desaparecer a los 12 meses. Uno de estos pacientes (9,09%) refiere presentar nuevamente ortopnea en la revisión de los 30 meses.

Esta tabla no deja de ser descriptiva y con una población total de 18 pacientes (sólo 11 a partir de los 30 meses) por lo que sus resultados deben interpretarse cautelosamente.

4.3. Variables cuantitativas

4.3.1. Valores descriptivos

Se muestra la cantidad de casos que no tienen valores perdidos para cada variable, además de la media y desviación típica.

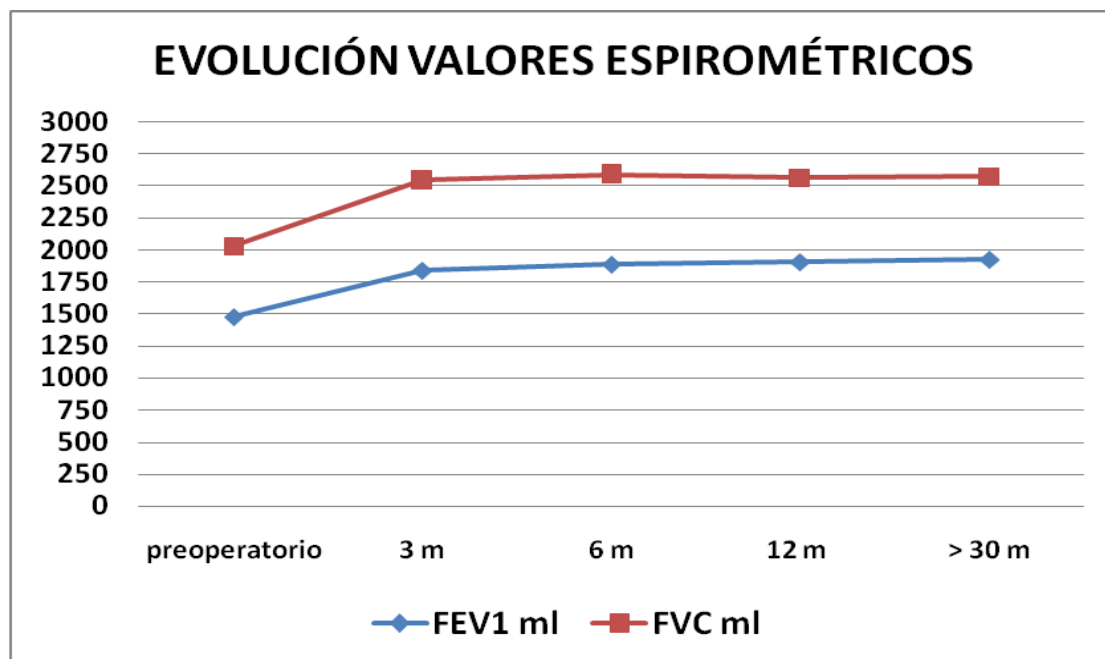
	Pre-operatorio			3 meses			6 meses			12 meses			>30 meses		
	N	M	σ	N	μ	σ	N	μ	σ	N	μ	σ	N	μ	σ
FVC ml	18	2030,0	970,6	18	2540,2	1190,8	18	2584,4	1207,6	17	2559,8	1254,6	11	2571,8	1420,7
FVC %	18	57,2	12,0	18	74,4	14,0	18	74,5	13,6	17	73,9	12,8	11	72,1	13,4
FEV1 ml	18	1474,2	679,7	18	1835,8	852,2	18	1885,6	907,3	17	1903,4	983,0	11	1924,5	1118,4
FEV1 %	18	57,2	12,1	18	72,9	13,3	18	74,5	14,8	17	75,4	15,5	11	74,6	19,3
PEF ml	18	5006,7	2065,5	17	5720,2	2036,8	17	5853,4	2248,8	16	6139,4	2585,0	10	6435	2692,9
PEF %	18	73,4	21,5	17	87,4	16,1	17	89,1	17,7	16	89,9	18,1	10	91,5	22,2
PIF	15	3403,6	1218,7	12	4096,8	2277,8	11	4158,9	2099,4	12	4543,4	2536,0	9	4853,3	2952,5
PIM	13	39,4	18,0	12	272,8	624,8	12	54,8	24,4	11	745,9	2290,0	10	66,4	21,5
PIM %	13	45,1	18,6	12	62,4	18,2	12	68,1	21,1	10	66,2	21,0	10	71,7	20,4
PEM	13	110,2	43,3	12	103,6	39,4	12	110,4	40,8	10	108,6	37,1	10	136,2	53,5
PEM %	13	67,5	23,0	11	64,3	15,0	12	69,2	19,5	9	70,4	23,5	10	76,2	29,3
FVC ml dec	14	1388,6	731,8	7	1926,0	603,0	8	2070,0	1249,1	8	1870,8	1343,6	11	2261,8	1313,5
FVC % dec	14	40,8	12,4	7	64,5	14,8	8	63,0	14,4	8	270,3	589,9	11	63,3	17,3
FEV1 ml dec	14	1015,7	613,3	7	1337,0	389,2	8	1466,5	1069,1	8	1347,0	1130,0	11	1590,5	942,4
FEV1 % dec	14	40,9	14,4	7	63,0	13,2	8	61,5	15,2	8	180,9	341,5	11	60,9	18,9
FVC sed/de	14	24,9	13,5	7	12,8	5,9	8	12,3	5,9	8	12,55	6,71	11	11,9	7,8
FEV1 sed/d	14	27,1	13,5	7	15,0	9,1	8	15,3	6,3	8	16,35	11,17	11	14	9,1

Tabla XIX: Valores descriptivos de la espirometría durante todo el seguimiento. **N** = Número de pacientes; **μ** = media y **σ** = desviación típica. **FVC ml**= capacidad vital forzada (valor absoluto en mililitros) **FVC %**= capacidad vital forzada (valor relativo) **FEV1 ml**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor absoluto en mililitros) **FEV1 %**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor relativo) **PEF ml**= flujo espiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PEF%**= flujo espiratorio pico o máximo (valor relativo). **PIF**= flujo inspiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PIM**= presión inspiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PIM%**= presión inspiratoria máxima (valor relativo) **PEM**= presión espiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PEM%**= presión espiratoria máxima (valor relativo) **FVC ml dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FVC % dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor relativo) **FEV1 ml dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FEV1 % dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor relativo) **FVC dec/sed**= relación entre la FVC en decúbito y en sedestación **FEV1 dec/s**= relación entre el FEV1 en decúbito y en sedestación.

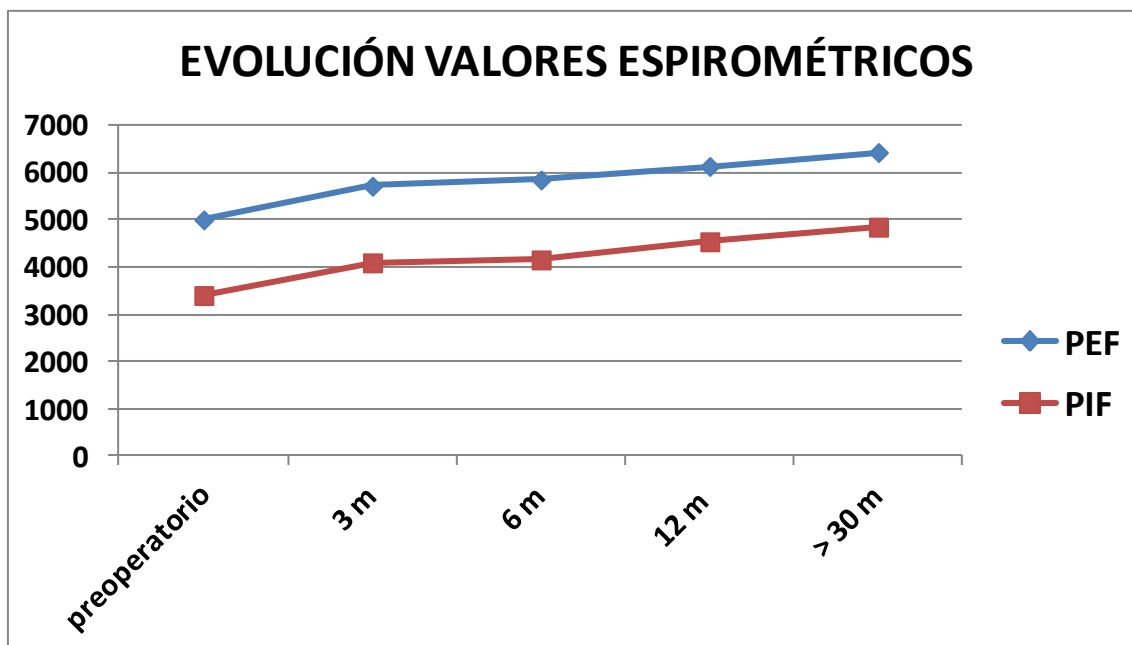
Observaciones:

- Todas las variables espirométricas incluidas, mejoran desde el tercer mes con tendencia a persistir durante el seguimiento.
- Se han perdido algunos valores espirométricos por efectuar espirometrías incompletas desde el preoperatorio. Esto ocurrió principalmente en los primeros casos operados, ya que aún no existía un claro protocolo de estudio para estos pacientes en nuestro Servicio.

- FVC dec/sed y FEV1 dec/sed marcan la diferencia del valor relativo del FVC y del FEV1 entre el decúbito supino y la sedestación. Teóricamente, cuanto menor sea ésta, mejor será la mecánica respiratoria en decúbito y menor posibilidad de ortopnea.



Gráfica 7: Curva de progresión de la Capacidad Vital Forzada (FVC) y del Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (FEV1) durante el seguimiento completo. En el eje de las ordenadas se observan los valores absolutos en mililitros. En las abscisas, el momento del seguimiento. **3 m:** tercer mes postoperatorio; **6 m:** sexto mes postoperatorio; **12 m:** 12 meses postoperatorios y **> 30 m:** Revisión Tardía.



Gráfica 8: Curva de progresión del flujo espiratorio pico o máximo (PEF) y del flujo inspiratorio pico o máximo (PIF) durante el seguimiento completo. En el eje de las ordenadas se observan los valores absolutos en mililitros. En las abscisas, el momento del seguimiento. **3 m:** tercer mes postoperatorio; **6 m:** sexto mes postoperatorio; **12 m:** 12 meses postoperatorios y **> 30 m:** Revisión Tardía.

4.3.2. Comparación del Preoperatorio vs Revisión Tardía

Cada resultado se obtiene con un test de Wilcoxon de Rangos con signo, pareado, ignorando una comparación cuando el valor de la variable es perdido, sea en el período pre o post. Así, en la columna “N” indicamos el número de parejas que se han incluido en el test.

Preoperatorio vs. Revisión Tardía			
	Diferencia	p-valor	N
FVC ml	541,8	,013	11
FVC %	14,9	,006	11
FEV1 ml	450,4	,006	11
FEV1 %	17,4	,004	11
PEF ml	84,3	,131	11
PEF %	9,8	,062	11
PIF	567,3	,445	10
PIM	21,0	,080	8
PIM %	20,1	,050	8
PEM	13,7	,262	8
PEM %	1,8	,208	8
FVC ml dec	873,2	,012	8
FVC % dec	22,4	,012	8
FEV1 ml dec	575,2	,012	8
FEV1 % dec	20,0	,012	8
FVC sed/de	-12,6	,237	7
FEV1 sed/d	-13,2	,176	7

Tabla XX: Análisis de las variables cuantitativas (espirométricas) del preoperatorio y de la “Revisión Tardía”. Se marca en **negrita** el p-valor cuando esta variable alcanza una diferencia estadísticamente significativa comparada con su correspondiente valor preoperatorio, con un nivel de confianza mayor del 95%. **FVC ml**= capacidad vital forzada (valor absoluto en mililitros) **FVC %**= capacidad vital forzada (valor relativo) **FEV1 ml**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor absoluto en mililitros) **FEV1 %**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor relativo) **PEF ml**= flujo espiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PEF%**= flujo espiratorio pico o máximo (valor relativo). **PIF**= flujo inspiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PIM**= presión inspiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PIM%**= presión inspiratoria máxima (valor relativo) **PEM**= presión espiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PEM%**= presión espiratoria máxima (valor relativo) **FVC ml dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FVC % dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor relativo) **FEV1 ml dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FEV1 % dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor relativo) **FVC dec/sed**= relación entre la FVC en decúbito y en sedestación **FEV1 dec/s**= relación entre el FEV1 en decúbito y en sedestación.

Observaciones:

- Encontramos diferencia significativa entre todas las variables excepto para PEFml, PEF%, PIF, PIM, PEM, PEM%, FVC sed/dec Y FEV1 sed/dec.
- Las diferencias encontradas son para un nivel de confianza del 99% para las variables:
 - FVC %
 - FEV1 ml
 - FEV1 %
- El resto de diferencias se mantienen para un nivel de confianza del 95%:
 - FVC ml
 - PIM%
 - FVC ml dec
 - FVC % dec
 - FEV1 ml dec
 - FEV1 % dec

4.3.3. Comparación de los 6 meses vs Revisión Tardía

6 meses vs. Revisión Tardía			
	Diferencia	p-valor	N
FVC ml	-12,6	,033	11
FVC %	-2,4	,075	11
FEV1 ml	39,0	,109	11
FEV1 %	0,1	,594	11
PEF ml	-3,4	,182	11
PEF %	-5,9	,155	11
PIF	-188,0	,327	8
PIM	5,5	,271	7
PIM %	-2,9	,310	7
PEM	13,4	1,000	7
PEM %	0,1	,612	7
FVC ml dec	191,8	,116	6
FVC % dec	0,3	,116	6
FEV1 ml dec	124,4	,042	6
FEV1 % dec	-0,5	,116	6
FVC sed/de	0,1	,686	5
FEV1 sed/d	-1,4	,500	5

Tabla XXI: Análisis de las variables cuantitativas (espirométricas) del sexto mes postoperatorio y de la “Revisión Tardía”. Se marca en **negrita** el p-valor cuando esta variable alcanza una diferencia estadísticamente significativa comparada con su correspondiente valor preoperatorio, con un nivel de confianza mayor del 95%. **FVC ml**= capacidad vital forzada (valor absoluto en mililitros) **FVC %**= capacidad vital forzada (valor relativo) **FEV1 ml**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor absoluto en mililitros) **FEV1 %**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo (valor relativo) **PEF ml**= flujo espiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PEF%**= flujo espiratorio pico o máximo (valor relativo). **PIF**= flujo inspiratorio pico o máximo (valor absoluto en mililitros) **PIM**= presión inspiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PIM%**= presión inspiratoria máxima (valor relativo) **PEM**= presión espiratoria máxima (valor absoluto en cm de agua) **PEM%**= presión espiratoria máxima (valor relativo) **FVC ml dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FVC % dec**= capacidad vital forzada en decúbito supino (valor relativo) **FEV1 ml dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor absoluto en mililitros) **FEV1 % dec**= volumen espiratorio forzado en 1 segundo en decúbito supino (valor relativo) **FVC dec/sed**= relación entre la FVC en decúbito y en sedestación **FEV1 dec/s**= relación entre el FEV1 en decúbito y en sedestación.

Observaciones:

- Se detecta un decremento significativo de la variable FVC ml con un 95% de nivel de confianza.
- Se observa un incremento en la variable FEV1 ml dec con un 95% de nivel de confianza.
- En el resto de las variables no se aprecian diferencias estadísticamente significativas.

4.4. Cuestionario sobre el grado de conformidad con la operación

Durante la anamnesis de la Revisión Tardía los pacientes contestaron a un breve cuestionario para reflejar su grado de conformidad con la operación.

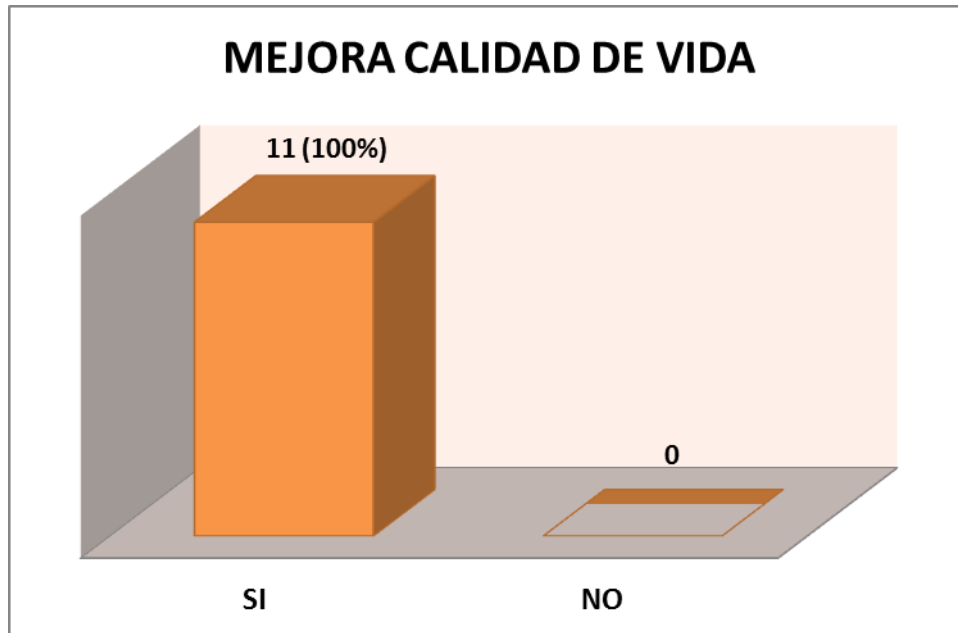
4.4.1. Actividad :

A la pregunta: **¿Qué actividad desarrolla actualmente?**, hemos obtenido una variada gama de respuestas, pero que a simple vista parecen demostrar una buena tolerancia al ejercicio:

- 5 pacientes respondieron estar jubilados. Todos añadieron alguna actividad que realizan periódicamente como andar en bicicleta, caminar durante más de 1 hora sin detenerse, realizar todas las tareas del hogar o dirigir una peña vecinal.
- 2 pacientes trabajan en la hostelería, normalmente y sin limitaciones físicas.
- 1 paciente realiza tareas agrícolas como la recolección de ajos. No refiere limitaciones físicas desde el punto de vista respiratorio.
- 1 paciente que como secuela de una poliomielitis en la infancia tiene una paraplejía y vive en una Residencia, refiere mantenerse por sí misma sin limitaciones respiratorias.

Con el resto de las respuestas formuladas se realizaron las siguientes gráficas:

4.4.2. Cambios subjetivos en la calidad de vida:



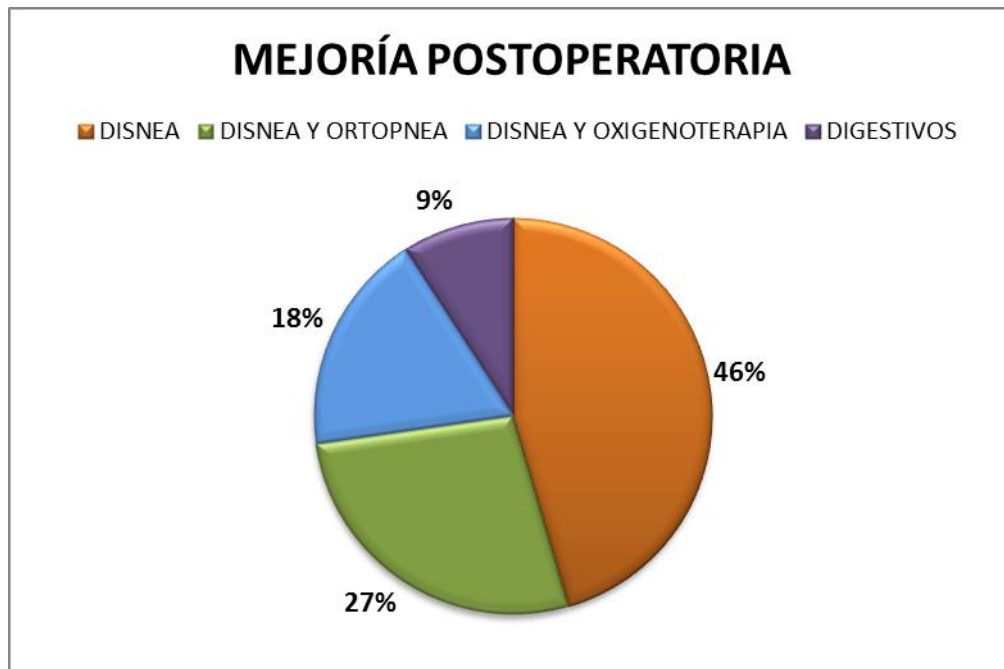
Gráfica 9: Cambios subjetivos en la calidad de vida a partir de la plicatura diafragmática.

Observaciones:

- Todos los pacientes (once) que acudieron a la Revisión Tardía refirieron haber mejorado su calidad de vida con respecto al preoperatorio.
- Hay que tomar con cierta cautela esta respuesta, ya que no se incluyen las opiniones de los otros siete pacientes que por distintas razones no han participado de esta Revisión.

4.4.3. Aspectos en los que más ha notado cambios postoperatorios:

Se formuló la siguiente pregunta: ¿En qué aspectos ha notado cambios?
¿Por qué?



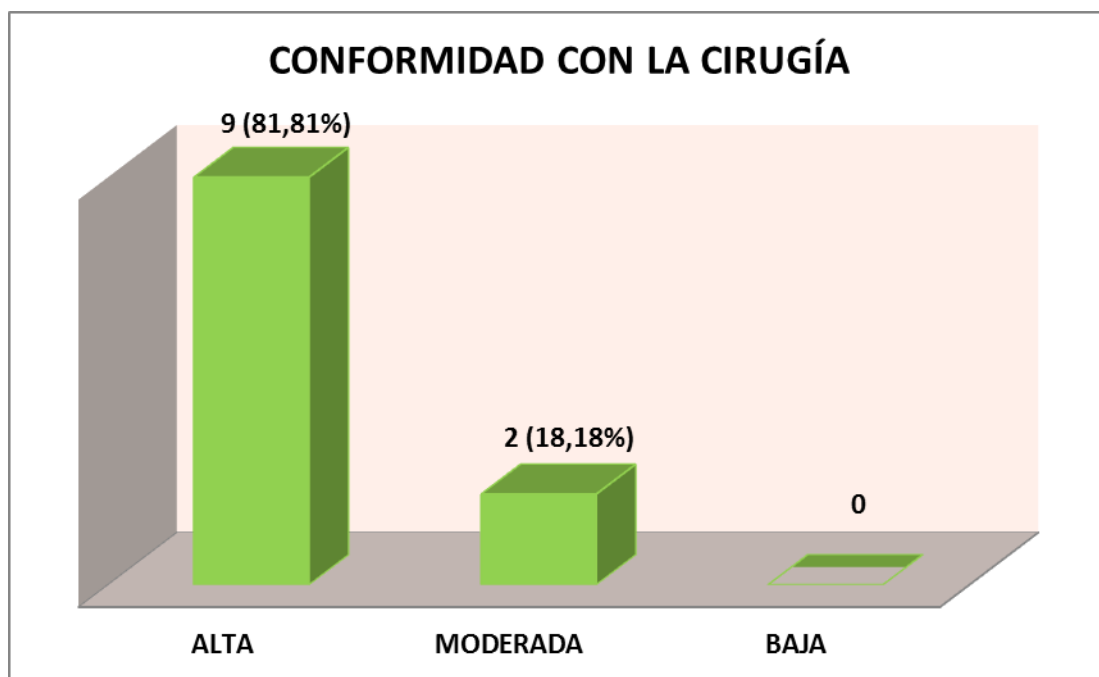
Gráfica 10: Principales aspectos que han cambiado en la calidad de vida con respecto al preoperatorio.

Observaciones:

- El 91% de los pacientes refiere aspectos relacionados con la disnea, sin embargo un 27% añade en igual grado a la ortopnea y otro 18% a la oxigenoterapia domiciliaria.

4.4.4. Grado de Conformidad:

Con respecto a la pregunta: **¿Está conforme con la operación? ¿En qué grado? ¿Por qué?**

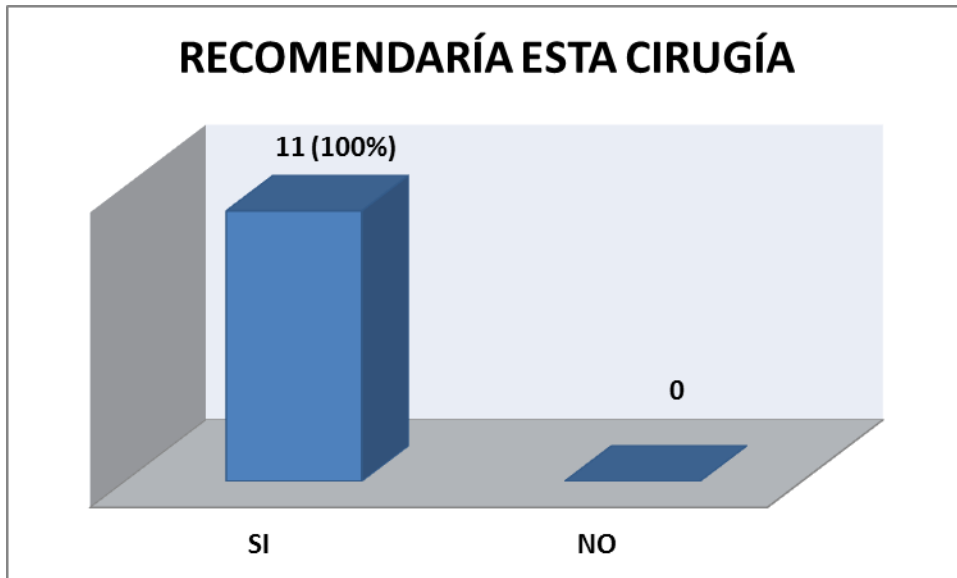


Gráfica 11: Grado de conformidad con la operación.

Observaciones:

- El 91% de los pacientes participantes está muy conforme con la cirugía, mientras que un 18,18% lo está en forma moderada. Ningún paciente mostró disconformidad.
- Hay que ser cautelosos con estas respuestas debido al bajo número de la población encuestada y a que no se incluyen las opiniones de los otros siete pacientes que por distintas razones no han participado de esta Revisión.

4.4.5. Ante la última pregunta: ¿Recomendaría a un amigo con sus mismos síntomas a someterse a esa misma operación? ¿Por qué?



Gráfica 12: Grado de recomendación de esta cirugía.

Observaciones:

- El 100% de los pacientes recomendaría esta cirugía a alguna persona con los síntomas similares a los suyos.
- Hay que ser cautelosos con estas respuestas debido al bajo número de la población encuestada y a que no se incluyen las opiniones de los otros siete pacientes que por distintas razones no han participado de esta Revisión.

5. EFECTOS RADIOLÓGICOS DE LA PLICATURA DEL DIAFRAGMA Y SU CORRELACIÓN CON LOS CAMBIOS CLÍNICOS Y ESPIROMÉTRICOS.

5.1. Valores descriptivos

	N	Media	Desv. típ.
X	18	22,300	2,9663
X'	18	20,622	3,5092
X''	11	20,964	4,0339
Y	18	15,461	8,4093
Y'	18	18,106	3,7095
Y''	11	18,173	3,2656
DIF. X-Y	18	9,106	2,8764
DIF. X'-Y'	18	2,661	3,1965
Dif X''-Y''	11	2,791	3,1491

Tabla XXII: Tabla descriptiva con las variables radiológicas. (x): es la medida en centímetros desde el punto más elevado del hemidiafragma sano hasta el más alto del vértice pleural (en la radiografía PA. preoperatoria); (y): es la medida en centímetros desde el punto más elevado del hemidiafragma afectado por la eventración diafragmática hasta el más alto del vértice pleural (en la radiografía PA. preoperatoria). (x'): ídem "x", pero en la radiografía PA. de 6 meses de evolución; (y'): ídem "y", pero en la radiografía PA. de 6 meses de evolución; (x''): ídem "x", pero en la radiografía PA. correspondiente a la Revisión Tardía; (y''): ídem "y", pero en la radiografía PA. correspondiente a la Revisión Tardía. (DIF): diferencia. (N): Número de pacientes. (Desv. Típ.) Desviación típica o estándar.

Observaciones:

- En las radiografías postoperatorias se evidencia una disminución de la longitud céfalo caudal del hemitórax sano, indicando un ascenso del hemidiafragma contralateral a la plicatura. Este cambio persiste en la Revisión Tardía.
- En las radiografías postoperatorias se evidencia un incremento de la longitud céfalo caudal del hemitórax operado, indicando un descenso del hemidiafragma sometido a la plicatura. Este cambio persiste en la Revisión Tardía.

5.2. Comparación de las medias

Se comparan las medias de cada variable de la tabla anterior (tabla XXII) del preoperatorio contra la variable correspondiente del postoperatorio de 6 y mayor a 30 meses. La diferencia estadística se comprueba mediante un test pareado no paramétrico (Wilcoxon). Se marcan en negrita los p-valores significativos para un nivel de confianza del 95%.

	$X' - X$	$X'' - X$	$Y' - Y$	$Y'' - Y$	DIF. $X' - Y'$ - DIF. $X - Y$	Dif $X'' - Y''$ - DIF. $X - Y$	$Rx\%'' - Rx\%'$
p-valor	,028	,182	,003	,050	,000	,006	0,074

Tabla XXIII: Tabla de comparación de medias de las variables radiológicas. (x): es la medida en centímetros desde el punto más elevado del hemidiafragma sano hasta el más alto del vértice pleural (en la radiografía PA. preoperatoria); (y): es la medida en centímetros desde el punto más elevado del hemidiafragma afectado por la eventración diafragmática hasta el más alto del vértice pleural (en la radiografía PA. preoperatoria). (x'): ídem "x", pero en la radiografía PA. de 6 meses de evolución; (y'): ídem "y", pero en la radiografía PA. de 6 meses de evolución; (x''): ídem "x", pero en la radiografía PA. correspondiente a la Revisión Tardía; (y''): ídem "y", pero en la radiografía PA. correspondiente a la Revisión Tardía. (DIF): diferencia. (Rx%): es el porcentaje de mejoría o descenso del hemidiafragma postoperatorio con respecto al hemitórax contralateral.

Observaciones:

- La longitud del lado no operado decrece significativamente al sexto mes de la cirugía. No se evidencia este cambio si se compara la radiografía preoperatoria con la correspondiente a la Revisión Tardía. Este hallazgo podría relacionarse con un gradual descenso del hemidiafragma sano debido a un equilibrio de la presión abdominal a largo plazo tras la plicatura del diafragma. Sin embargo, este resultado debe tomarse cautelosamente debido a la escasa casuística y a la comparación de los 18 pacientes iniciales con los 11 del seguimiento prolongado.
- La longitud del lado operado crece significativamente a los 6 meses de la cirugía y a más de los 30 meses para un nivel de confianza mayor del 95%.

- La diferencia de tamaño entre los 2 pulmones decrece de forma significativa al 99% de confianza, tanto a los 6 como a los 30 meses.
- No hay diferencia significativa en los porcentajes de mejora comparando los porcentajes a los 6 y > 30 meses, mostrado estabilidad radiológica durante los años de seguimiento.

5.3. Comparación del nivel de mejora estratificando por otras variables

Se discretiza el porcentaje de mejora Rx%' y el Rx%'' en 3 estados: <40%=Leve, 40-80=Buena, >80=Excelente.

5.3.1. Nivel de mejora radiológico estratificado por variables preoperatorias.

En este punto, se intenta conocer si los resultados radiológicos están condicionados por alguna variable preoperatoria.

La siguiente tabla muestra los porcentajes según el valor de cada variable preoperatoria. (Como por ejemplo, si la presencia de ortopnea en el preoperatorio, se relaciona con una mejoría significativa en la radiografía que los pacientes que nunca han tenido ortopnea...)

		Mejora 6Meses			Mejora >30meses		
		Leve	Buena	Excelente	Leve	Buena	Excelente
pre_Disnea	nada	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	00%	0,0%
	leve	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	33,3%
	moderado	33,3%	18,2%	0,0%	0,0%	16,7%	0,0%
	grave	66,7%	54,5%	50,0%	100,0%	66,7%	33,3%
	muy grave	0,0%	27,3%	25,0%	0,0%	16,7%	33,3%
pre_Ortopnea	No	33,3%	45,5%	50,0%	0,0%	33,3%	33,3%
	Si	66,7%	54,5%	50,0%	100,0%	66,7%	66,7%
pre_Dispepsia	No	33,3%	54,5%	75,0%	50,0%	50,0%	66,7%
	Si	66,7%	45,5%	25,0%	50,0%	50,0%	33,3%
pre_O2domicilio	No	100,0%	63,6%	50,0%	100,0%	83,3%	33,3%
	Si	0,0%	36,4%	50,0%	0,0%	16,7%	66,7%
pre_PEF	Leve	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	33,3%
	Bien	100,0%	72,7%	0,0%	50,0%	66,7%	0,0%
	Excelente	0,0%	27,3%	75,0%	50,0%	33,3%	66,7%
pre_FVC	Leve	0,0%	44,4%	100,0%	0,0%	20,0%	100,0%
	Bien	100,0%	55,6%	0,0%	100,0%	80,0%	0,0%
	Excelente	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
pre_FEV1	Leve	33,3%	44,4%	50,0%	50,0%	20,0%	100,0%
	Bien	66,7%	55,6%	50,0%	50,0%	80,0%	0,0%
	Excelente	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabla XXIV: Tabla de comparación del nivel de mejora estratificando por otras variables preoperatorias. (pre-): preoperatorio. Se resaltan las diferencias significativas en "negritas".

Observaciones:

- No se encuentra diferencia estadística mediante la prueba Z con nivel de confianza del 95%.
- Al estratificar 18 casos el nivel de mejora según un síntoma, se dispone de demasiados pocos casos en cada subgrupo como para realizar con éxito la prueba de comparación de proporciones. De hecho, puede observarse que en muchas celdas se tiene un 0%, lo cual claramente es inferior al resto de categorías, pero no puede ejecutarse la prueba estadística. Por esto, este resultado debe tomarse cautelosamente.

Nota: tampoco se encontraron diferencias al categorizar la mejora en 2 estados: < y > de 50.

5.3.2. Nivel de mejora radiológico estratificado por las variables del postoperatorio.

En este punto, se intenta conocer si los resultados radiológicos tienen relación o concordancia con los resultados del mismo tiempo postoperatorio.

La siguiente tabla muestra los porcentajes según el valor de cada variable postoperatoria (como por ejemplo, nos indica si la desaparición de la ortopnea en el sexto mes postoperatorio, se correlaciona con una mejoría radiológica mientras que en quienes persiste la ortopnea no....).

		Mejora6Meses_D		
		Leve	Buena	Excelente
post6_Disnea	Nada	66,7%	72,7%	75,0%
	Leve	33,3%	27,3%	0,0%
	moderado	0,0%	0,0%	25,0%
	Grave	0,0%	0,0%	0,0%
	muy grave	0,0%	0,0%	0,0%
post6_Ortopnea	No	100,0%	100,0%	100,0%
	Si	0,0%	0,0%	0,0%
post6_Dispepsia	No	100,0%	90,9%	75,0%
	Si	0,0%	9,1%	25,0%
post6_O2domicilio	No	100,0%	81,8%	100,0%
	Si	0,0%	18,2%	0,0%
post6_PEF_D	Leve	0,0%	9,1%	0,0%
	Bien	33,3%	36,4%	50,0%
	Excelente	66,7%	54,5%	50,0%
post6_FVC_D	Leve	0%	0%	0%
	Bien	100,0%	80,0%	100,0%
	Excelente	0,0%	20,0%	0,0%
post6_FEV1_D	Leve	0%	0%	0%
	Bien	100,0%	80,0%	100,0%
	Excelente	0,0%	20,0%	0,0%

Tabla XXV: Tabla de comparación del nivel de mejora al sexto mes postoperatorio estratificando por otras variables en el mismo período desde la operación (post6): sexto mes postoperatorio. Se resaltan las diferencias significativas en "negritas".

		Mejora30meses_D		
		Leve	Buena	Excelente
post30_Disnea	Nada	50,0%	33,3%	100,0%
	Leve	50,0%	66,7%	0,0%
	moderado	0,0%	0,0%	0,0%
	Grave	0,0%	0,0%	0,0%
	muy grave	0,0%	0,0%	0,0%
post30_Ortopnea	No	100,0%	83,3%	100,0%
	Si	0,0%	16,7%	0,0%
post30_Dispepsia	No	100,0%	83,3%	100,0%
	Si	0,0%	16,7%	0,0%
post30_O2domicilio	No	100,0%	100,0%	66,7%
	Si	0,0%	0,0%	33,3%
post30_PEF_D	Leve	50,0%	0,0%	0,0%
	Bien	0,0%	33,3%	33,3%
	Excelente	50,0%	66,7%	66,7%
post30_FVC_D	Leve	0,0%	0,0%	33,3%
	Bien	100,0%	83,3%	33,3%
	Excelente	0,0%	16,7%	33,3%
post30_FEV1_D	Leve	0,0%	16,7%	33,3%
	Bien	100,0%	50,0%	66,7%
	Excelente	0,0%	33,3%	0,0%

Tabla XXVI: Tabla de comparación del nivel de mejora estratificando por otras variables postoperatorias. (post30): trigésimo mes postoperatorio o más tardío. Se resaltan las diferencias significativas en "negritas".

. Observaciones de estas dos tablas:

- No se encuentra diferencia estadística mediante la prueba Z con nivel de confianza del 95%.
- Al estratificar 18 casos el nivel de mejora según un síntoma, se dispone de demasiados pocos casos en cada subgrupo como para realizar con éxito la prueba de comparación de proporciones. De hecho, puede observarse que en muchas celdas se tiene un 0%, lo cual claramente es inferior al resto de categorías, pero no puede ejecutarse la prueba estadística. Por esto, este resultado debe tomarse cautelosamente.

Nota: tampoco se encontraron diferencias al categorizar la mejora en 2 estados: < y > de 50.

6. ENCUESTA A LOS SERVICIOS ESPAÑOLES DE CIRUGÍA TORÁCICA

Se han registrado 52 Servicios o Secciones de Cirugía Torácica en toda España. A todos se les ha remitido la encuesta a través de las vías descritas en la metodología (Metodología, 11). Finalmente, 29 (56%) Servicios han respondido a la encuesta, los cuales se mencionan a continuación:

- Complejo Hospitalario Ciudad de Jaén.
- Hospital Universitario Virgen de las Nieves, Granada.
- Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla.
- Hospital Clínico de Zaragoza.
- Hospital Universitario Miguel Servet.
- Hospital Universitario Central de Asturias.
- Hospital Universitario Insular de Gran Canaria.
- Hospital Universitario Gran Canaria Dr. Negrín.
- Complejo Hospitalario Universitario de Albacete.
- Hospital universitario de Girona Dr. José Trueta.
- Hospital Clinic y Provincial de Barcelona.
- Hospital Sagrado Corazón de Barcelona.
- Complejo Hospitalario Universitario de Vigo.
- Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela.
- Hospital POVISA, Vigo.
- Hospital 12 de Octubre.
- Hospital Fundación Jiménez Díaz.
- Hospital Universitario de Getafe.
- Hospital Clínico, Madrid.
- Hospital Universitario La Paz.

- Hospital Universitario de la Princesa.
- Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda.
- Hospital General Universitario Gregorio Marañón.
- Hospital Universitario General de Valencia.
- Hospital Universitario de La Ribera, Alzira.
- Hospital Terrasa - Consorci Sanitari de Terrassa.
- Hospital Universitario Donostia.
- Hospital Clínico Universitario de Salamanca.
- Hospital General Universitario de Albacete.

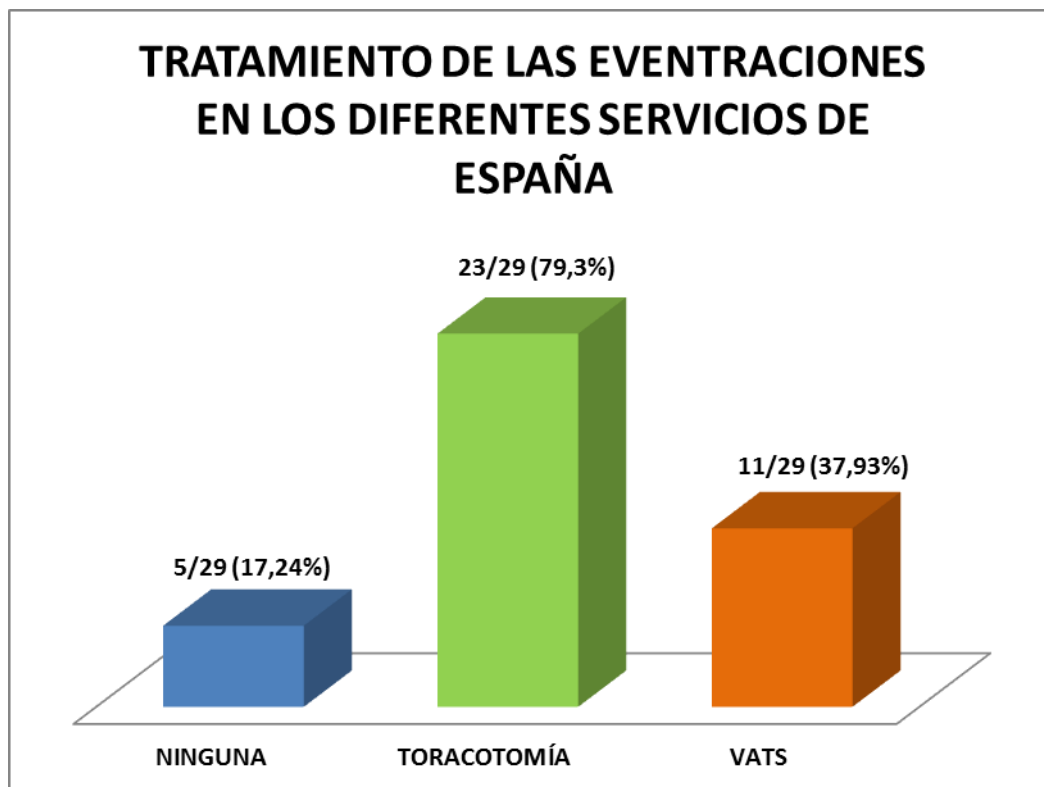


Gráfica 13: Grado de respuesta a la encuesta por parte de los Servicios consultados.

Si analizamos la experiencia global acumulada en los últimos 8 años de los 29 Servicios que han respondido a la encuesta, podemos deducir que 5 (17,24%) no tienen ninguna experiencia; 11(37,93%) tienen experiencia con técnicas mini-invasivas asistidas por toracoscopia y 23 (79,3%) tienen experiencia por toracotomía.

Es importante destacar que algunos Servicios tienen experiencia en ambas vías de abordaje, por lo que se superponen los porcentajes.

Ninguno de los Servicios ha contestado tener experiencia con otros tipos de tratamientos médicos o quirúrgicos para esta patología.



Gráfica 14: *Experiencia en las distintas vías de abordaje utilizadas para efectuar la plicatura como tratamiento de la eventración del diafragma en el total de los Servicios españoles de Cirugía Torácica que han respondido a la encuesta. (VATS) = técnicas mini-invasivas asistidas por toracoscopia.*

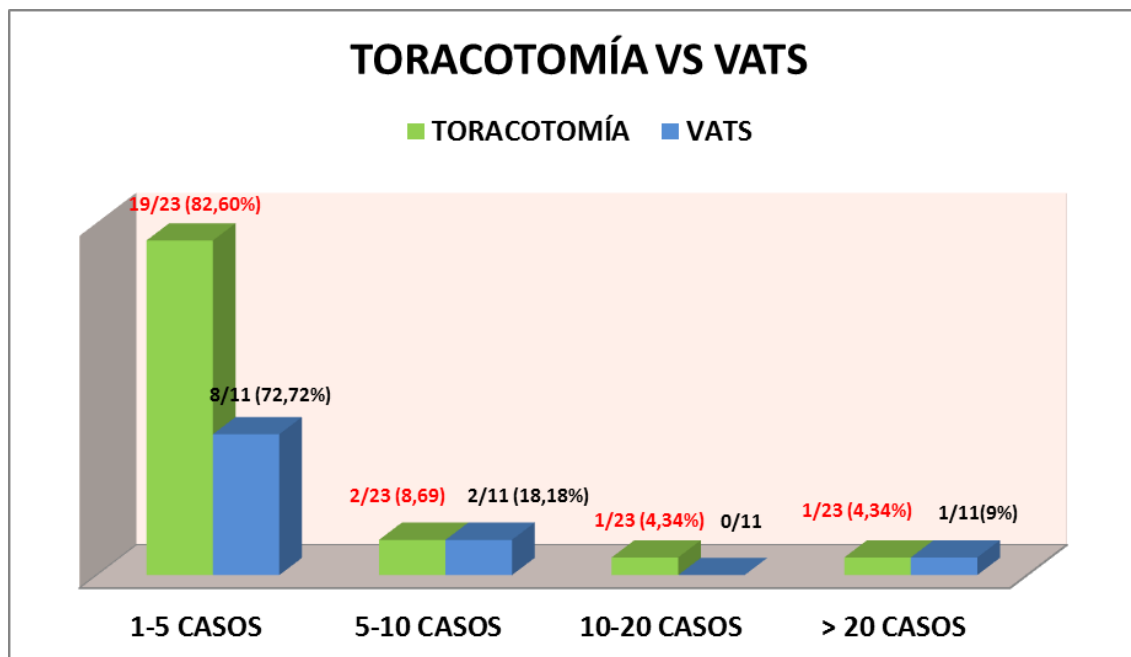
De los 24 Servicios que han manifestado tener experiencia en Plicaturas diafragmáticas, 11 (45%) la han efectuado al menos una vez con técnicas mini-invasivas asistidas por videotoracoscopia. Por otro lado, 13 (54,16%) siempre lo hizo por toracotomía.



Gráfica 15: Experiencia en las plicatura como tratamiento de la eventración del diafragma por VATS (técnicas mini-invasivas asistidas por toracoscopia) entre los Servicios españoles de Cirugía Torácica que han manifestado tener experiencia en el tratamiento de la eventración diafragmática.

Para tener una idea aproximada de la cantidad de pacientes operados con ambas vías de abordaje, se agrupó a los distintos Servicios según el volumen de Plicaturas diafragmáticas operadas.

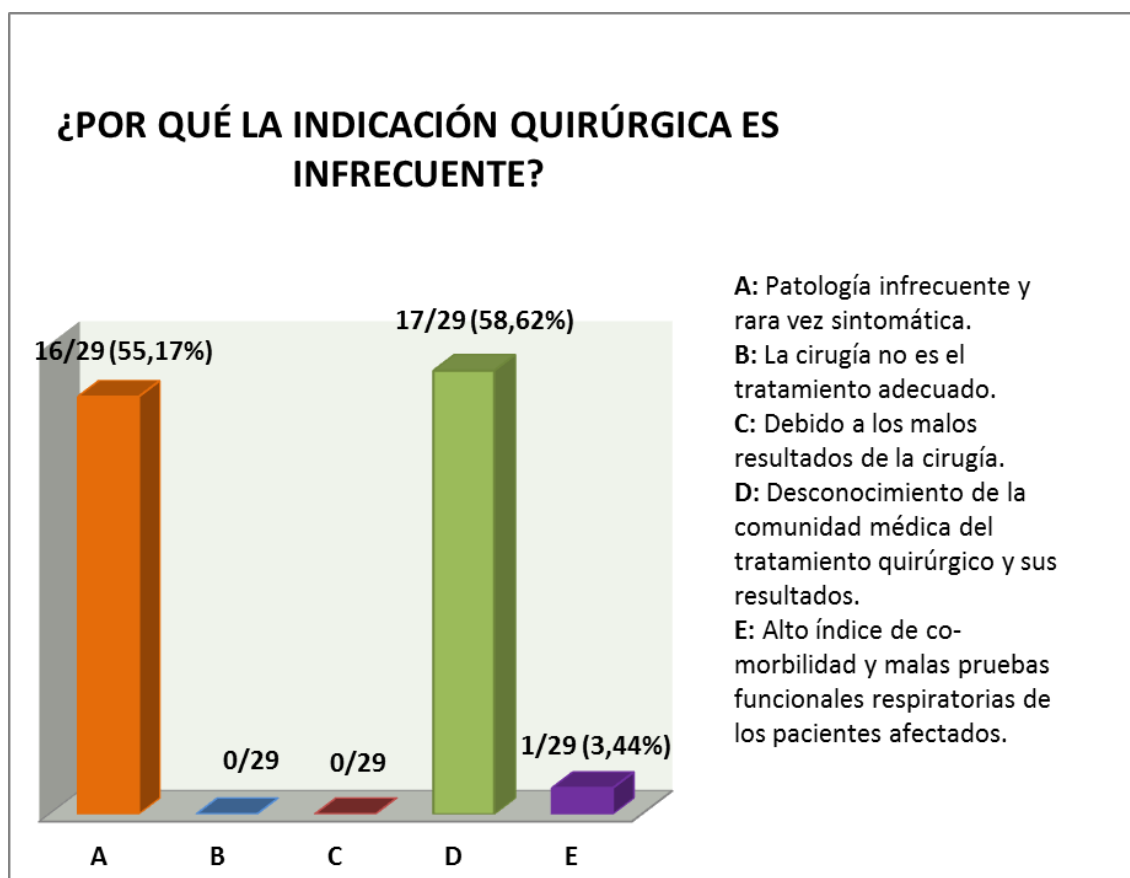
Así pues, de los 23 Servicios con experiencia en toracotomías, el 82,60% operó entre 1 y 5 casos en los últimos 8 años; mientras que de los 11 con experiencia en plicaturas diafragmáticas con técnicas mini-invasivas asistidas por toracoscopia, el 72,72% lo hizo en menos de 5 casos en el mismo período de tiempo. El resto de la casuística se muestra en la gráfica correspondiente.



Gráfica 16: Comparación del número de plicaturas como tratamiento de la eventración del diafragma por VATS (técnicas mini-invasivas asistidas por toracoscopia) y por toracotomía entre los Servicios españoles de Cirugía Torácica que han manifestado tener experiencia en el tratamiento de la eventración diafragmática.

Finalmente, para conocer la opinión de los distintos Servicios a cerca de la infrecuencia en la indicación de la Plicatura diafragmática como tratamiento de la Eventración o parálisis del diafragma hemos formulado la siguiente pregunta: **“¿Por qué piensa que estos tratamientos quirúrgicos son indicados con tan poca frecuencia?”**

Sus respuestas, no excluyentes, se ilustran en la gráfica correspondiente.



Gráfica 17: Distribución de opiniones acerca de la infrecuencia en la indicación de la plicatura diafragmática de los distintos Servicios españoles de Cirugía Torácica que han contestado la encuesta.

V. DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

1. Definiciones. Conceptos.

Definimos la eventración diafragmática como la elevación anormal y permanente de una parte o de todo el diafragma sin presentar defectos de continuidad.

La diferencia semántica entre “eventración” y “parálisis” diafragmática no está claramente establecida ni aceptada en la literatura científica, lo que genera cierta controversia al respecto. Algunos autores utilizan estrictamente el término “*eventración*” para las formas congénitas y el de “*parálisis diafragmática*” sólo para las adquiridas.^{2,4,12,56}

Esta distinción en la nomenclatura señala únicamente aspectos etiológicos e histológicos sin aportar diferencias sustanciales en cuanto a la clínica, pronóstico y tratamiento.⁵⁸

Si exceptuamos las parálisis diafragmáticas de origen oncológico, tanto las eventraciones congénitas como las adquiridas tienen la misma sintomatología, apariencia radiológica, pronóstico y tratamiento en los pacientes adultos.¹ Ya desde hace varias décadas, muchos autores reúnen bajo el término de “eventración” a todos los casos independientemente de su causa.^{1, 9,10}

En este trabajo, utilizamos el término de “*eventración diafragmática*” por ser el más difundido en la literatura científica. Así mismo añadiremos el objetivo de “*congénita*” o “*adquirida*” (o también “*parálisis diafragmática*” para esta última) cuando sea oportuno.

En cuanto al nombre de la vía de abordaje, tal como se indicó en la Introducción (1.3.), hemos decidido reemplazar el de “VATS” (aún utilizado por la mayoría de los autores con técnicas similares a la nuestra) por el de “**mini-toracotomía video-asistida**” para evitar errores de interpretación.¹⁸

Exceptuando el último de los pacientes incluidos en nuestra serie, en todos, hemos utilizado transitoriamente el separador intercostal durante alguna maniobra quirúrgica.

2. Grado de difusión e indicación de la plicatura del diafragma por Mini-Toracotomía Video-Asistida en adultos

La plicatura del hemidiafragma por una parálisis o eventración es infrecuentemente realizada en adultos, siendo más aceptada en la población pediátrica.⁵⁷

Con el objeto de documentarnos y conocer la cantidad y calidad de artículos relacionados con las plicaturas diafragmáticas en adultos, hemos llevado a cabo una revisión “narrativa” de la bibliografía y posteriormente otra revisión “sistemática” (basándonos en las recomendaciones para la confección de las Revisiones Sistemáticas de la Literatura y Metanálisis), siguiendo un protocolo de búsqueda bien estructurado que se muestra en la gráfica y en las tablas correspondientes.^{165,166} (Gráfica 1) (Tablas II - IV)

Como se desprende de nuestra “Revisión sistemática” no hemos encontrado ningún meta-análisis ni ensayo clínico relacionado con este tema. Siguiendo un mecanismo de búsqueda bibliográfica similar al nuestro, Gazala y col. llegaron en su revisión sistemática de las plicaturas diafragmáticas en adultos, a resultados superponibles a los nuestros.⁶⁰ De 126 publicaciones encontradas, sólo 13 han sido consideradas relevantes. En este estudio se incluyeron las plicaturas diafragmáticas realizadas por toracotomía (n=111 pacientes) o toracosopia / VATS (n= 54 pacientes). Todos fueron estudios observacionales. Se identificó un sólo estudio de cohortes (Freeman y col., 2006) y el resto de los artículos consistía en series de casos y casos clínicos. La serie más numerosa fue la de Freeman y col. (2009), con 41 casos de plicaturas diafragmáticas (30 toracosopias – VATS y 11 por toracotomía). Gazala y col. concluyeron que tanto las plicaturas diafragmáticas por toracotomía o toracosopia parecen ser eficaces para mejorar la función respiratoria y los síntomas de los pacientes con eventración diafragmática aunque al carecer de amplios estudios analíticos, los resultados deben ser tomados con cautela. Insiste en la necesidad de realizar estudios de calidad enfocados principalmente a los resultados y la calidad de vida de los pacientes operados a largo plazo.⁶⁰

De igual modo, nosotros pensamos que la baja incidencia de esta patología, y más aún de los casos sintomáticos, dificulta establecer un estudio analítico, prospectivo y mucho menos randomizado.

Cabe destacar la escasa cantidad de publicaciones y de pacientes comunicados en la literatura de lengua inglesa. Nuestra revisión bibliográfica fue realizada en idioma inglés y castellano. No hemos encontrado artículos de relevancia (con más de 4 casos) escritos en lengua castellana.

Sin embargo, más allá de la infrecuencia de los casos sintomáticos en adultos, suponemos que con las escasas publicaciones internacionales existentes, esta patología tiene hoy en día muy poca difusión y aceptación en el ámbito sanitario de nuestro país.

En nuestra serie, el promedio de meses desde el diagnóstico de la eventración diafragmática sintomática y la cirugía fue de 59,27 meses, lo cual equivale casi a 5 años, (con un rango de 6 meses a 301 meses). Durante todo ese período, los pacientes fueron sometidos a distintos tratamientos farmacológicos, medico-dietéticos e incluso oxigenoterapia domiciliaria que fracasaron sucesivamente hasta ser remitidos por sus médicos al Servicio de Cirugía Torácica.

Gracias a la oportuna difusión de este tema en Congresos locales de neumólogos e internistas de nuestro medio, hemos motivado a la remisión de estos pacientes diagnosticados de eventración diafragmática a nuestras Consultas y pensamos que esta es la principal causa por la que tenemos en Albacete la mayor experiencia en esta técnica entre los Servicios españoles de Cirugía Torácica encuestados.

En la encuesta realizada a todos los Servicios de Cirugía Torácica de España, un 55,17% respondió que el motivo de que exista tan poca casuística relacionada con el tratamiento quirúrgico de las eventraciones diafragmáticas se debía a que ésta es una patología infrecuente y rara vez sintomática, mientras que el 58,62% opinó que el motivo era el desconocimiento de la comunidad médica del tratamiento quirúrgico y de sus resultados. Como estas respuestas no eran excluyentes, muchos de los 29 Servicios marcaron ambas respuestas. Un solo grupo (3,44%) atribuye este hecho al alto índice de comorbilidad y malas pruebas funcionales respiratorias de los pacientes

afectados. Si bien estamos de acuerdo con las dos primeras opciones, el desacuerdo es total con ésta última. En todos los casos que hemos operado, las pruebas funcionales respiratorias y los síntomas han mejorado a pesar de la comorbilidad y el mal estado funcional que presentaban los pacientes.

Varios artículos de la literatura describen casos cuya indicación de la cirugía era justamente la dificultad para el destete de la ventilación mecánica en pacientes postoperatorios o reagudizados con parálisis diafragmática, y en muchos (principalmente en pacientes pediátricos) la cirugía ha tenido el éxito esperado.^{4,83}

Esta es una de las pocas cirugías dentro del campo de la Cirugía Torácica que logran aumentar la capacidad respiratoria de los pacientes intervenidos (otros ejemplos son los trasplantes, la reducción volumétrica y algunos casos de decorticaciones pulmonares); mientras que la mayoría de las cirugías torácicas se caracterizan por ser de tipo resectivas, con detrimento de la función pulmonar y cuyo límite de resecabilidad se encuentra marcado por las pruebas de función respiratoria insuficientes.

No hemos obtenido ninguna otra respuesta al respecto en este punto.

Si bien ninguno de los Servicios que ha respondido a la encuesta refirió haber utilizado algún otro procedimiento ajeno a la plicatura diafragmática por toracotomía o asistida por toracosopia, esta encuesta no se realizó a los distintos Servicios de Cirugía General y Digestiva, los cuales podrían tener experiencia en el abordaje translaparoscópico.

Con argumentos similares a los ya expuestos, Freeman y col. (en su publicación del 2006), detallan las barreras que obstaculizan la remisión de los pacientes adultos con eventración diafragmática para su tratamiento quirúrgico⁵⁷:

- La falta de atribución de los síntomas a la parálisis diafragmática
- La duda acerca de los potenciales beneficios de la plicatura.
- La idea de necesitar una toracotomía y con ello las eventuales secuelas.
- La escasez de una literatura de calidad al respecto (varias notas clínicas de casos aislados pueden ser encontradas ilustrando casos exitosos de plicaturas diafragmáticas en adultos; pero pocas series relevantes).

- La infrecuencia de los casos sintomáticos en el adulto.
- La falta de la familiaridad del procedimiento entre los cirujanos.

Aunque algunas de estas "barreras" son difíciles de demostrar, compartimos las opiniones de este autor.

Para finalizar con este ítem, pensamos que la difusión de este tema en congresos regionales y la publicación de la experiencia con el tratamiento quirúrgico con técnicas mini-invasivas pueden contribuir a aumentar la cantidad de pacientes adultos que se benefician con este tratamiento.

3. Características epidemiológicas y diagnóstico de los pacientes con eventración unilateral diafragmática en nuestro medio.

Si bien es conocido que la eventración diafragmática es una entidad poco frecuente, su verdadera incidencia es difícil de estimar.^{4,65} Aunque suele subestimarse por la existencia de muchos casos asintomáticos, aún entre los sintomáticos, sólo pocos son tratados quirúrgicamente.^{1,57}

Existen varias estadísticas sobre la incidencia de la parálisis diafragmática postoperatoria de cirugías cardíacas en niños, pero en adultos hay muy pocos datos al respecto. Algunos equipos intentaron calcularla en relación al número de radiografías o de intervenciones quirúrgicas realizadas en un período de tiempo determinado.⁹ Sin embargo, son pocos los que hacen una estimación de la incidencia en relación a la población adulta.

Se ha calculado una incidencia en adultos de 1 caso de eventración diafragmática (congénita o adquirida) por cada 10.000 personas adultas.⁶⁶

Si nos basáramos en estas cifras para calcular la incidencia de eventraciones diafragmáticas en adultos en nuestro medio, y considerando que nuestro Servicio de Cirugía Torácica es el único de Castilla La Mancha con un aflujo de 1.200.000 habitantes, deberíamos contar con 120 pacientes aproximadamente. Sin duda mucho mayor de lo que vemos en la práctica real.

Es posible que la mayoría de éstos sean asintomáticos y subdiagnosticados, otros podrían haber sido remitidos a algún Servicio de

Cirugía General de la región y otros podrían estar aún sometidos a tratamientos médicos. A pesar de esto, tal como lo hemos expresado previamente, estamos de acuerdo con Freeman y col. que atribuyen la baja indicación del tratamiento quirúrgico también a un fallo en la difusión de las ventajas de esta cirugía.⁵⁷

Con respecto a la etiología, en la serie presentada por Mouroux y col. (2005), llama la atención que el 50% de ellos se debía a traumatismos y muy pocos a causas idiopáticas (8,33 %). Contrario a esto, en nuestra serie, en el 78% de los pacientes no hemos podido determinar la causa de la eventración debido a la presencia de antecedentes patológicos inespecíficos sin una clara concordancia con el momento del diagnóstico de la eventración. Estos fueron considerados idiopáticos. El 17% fue de causa viral y un 5% iatrogénico. La mayor parte de los casos descritos en la literatura incluyendo los pediátricos son iatrogénicos.

La mayoría de los autores describen una incidencia mayor en el sexo masculino (aproximadamente con una relación de 2:1).^{4,66}Christiensen y col. en 1959 opinaba que esta diferencia podría deberse a un mayor índice de diagnóstico en los varones debido a causas laborales.⁹

En nuestra experiencia, no encontramos diferencias de incidencia entre ambos sexos. Fue más frecuente la eventración del lado izquierdo (61%) que el derecho (39%).

La edad media fue de 61,94 años (con un rango de 35 a 80 años) y el riesgo anestésico fue mayormente valorado como A.S.A. II y III.

Ningún antecedente patológico se destacó por su frecuencia, el que se ha repetido en más pacientes fue la obesidad, en el 55% de los casos; seguido de EPOC y la condición de ex-fumadores, ambos en el 38,8%.

En cuanto al diagnóstico preoperatorio, algunos autores proponen realizar de rutina los siguientes procedimientos básicos⁵⁷:

- Anamnesis (con valoración de la disnea según grados) y examen físico.
- Rx tórax.
- Fluoroscopia o "SNIFF test"
- Espirometría.

Freeman y col. añaden que como parte de la preparación preoperatoria todos los pacientes son remitidos a un programa de rehabilitación.⁵⁷

Si bien este último punto no es un procedimiento diagnóstico, cabe destacar su importancia en la preparación preoperatoria, que permite al paciente limpiar secreciones bronquiales, aumentar la fuerza del hemidiafragma contralateral y de la cincha abdominal para lograr un mecanismo ventilatorio más eficaz, fundamental para el postoperatorio inmediato. En nuestro Servicio, además de la fisioterapia preoperatoria indicamos continuar por lo menos durante un mes después de la cirugía con la rehabilitación respiratoria.

Las radiografías de tórax PA y laterales simples son los principales estudios para confirmar la eventración diafragmática, aunque en muchas ocasiones son insuficientes para realizar un adecuado diagnóstico diferencial con otras alteraciones del diafragma. No se ha demostrado aún su utilidad en el seguimiento, ya que parece haber cierta disociación entre los cambios clínicos, espirométricos y las mediciones radiológicas postoperatorios. Así mismo, cuenta con la dificultad para cuantificar dichos cambios de forma objetiva.

Con respecto a la espirometría, Groth y col. aclaran que sirve para aportar un parámetro objetivo adicional de respuesta a la plicatura. Sin embargo, hallazgos específicos en las pruebas de función respiratorias, no condicionan la indicación quirúrgica de la plicatura. Ésta depende fundamentalmente de los síntomas.⁵⁸

No obstante, Gazala y col. dan un paso más al afirmar que la mejoría de las pruebas de función respiratorias consecuentes a una plicatura diafragmática, no siempre se correlacionan con la mejoría clínica o funcional.⁶⁰ Coincidimos en este punto con la opinión de ambos autores.

En nuestro trabajo hemos indicado a todos los pacientes la espirometría con medición de volúmenes en sedestación y decúbito supino. Además solicitamos la medición de presiones máximas en la boca (PIM y PEM) como un intento de conocer la fuerza ejercida por el diafragma.^{40,42} Hemos encontrado un notable descenso de los principales valores espirométricos mostrando un patrón restrictivo o mixto en todos los pacientes. Las medias del FVC y FEV₁ fueron del 57,2 % para ambos valores relativos preoperatorios.

A pesar de tratarse en muchas ocasiones de pacientes remitidos desde otros hospitales de la región, hemos repetido las pruebas funcionales respiratorias de todos los pacientes en nuestro Laboratorio de Pruebas Funcionales de Neumología, con el fin de alcanzar una mayor homogeneidad en los estudios y en la interpretación de los mismos.. Estas mismas pruebas las repetimos durante todo el seguimiento postoperatorio.

Lamentablemente, hemos perdido la oportunidad de realizar en algunos casos los estudios funcionales respiratorios en forma completa (principalmente en los primeros intervenidos) por falta de coordinación entre los dos Servicios (Cirugía Torácica y Neumología) que fue subsanada pautando en forma conjunta un programa de estudio de los pacientes con sospecha de eventración diafragmática.

En cuanto a la realización rutinaria de la fluoroscopia o "sniff test", no estamos convencidos de que este estudio aporte datos relevantes o que pueda modificar alguna conducta, resultado o indicación, tal como lo expresan Mouroux y col. en su artículo.⁴ Si bien alguno de los pacientes incluidos en nuestra serie, ya habían realizado este estudio antes de ser remitidos a nuestro Servicio, no lo hemos solicitado de forma rutinaria y sus resultados no han sido tenidos en cuenta para la realización de este trabajo.

Groth y col. puntualizan que solicitan este estudio sólo si la causa de la elevación hemidiafragmática no está clara. Pero el hallazgo de un movimiento paradójico tampoco confirma la indicación quirúrgica sino que ésta es condicionada principalmente por la clínica y la elevación diafragmática vista en las radiografías simples.⁵⁸

Por otra parte, el hemidiafragma afectado puede tener un mínimo movimiento, estar fijo o tener intensos movimientos paradójicos ; ⁶⁰ con lo cual, no se puede descartar una parálisis diafragmática con la ausencia de los movimientos paradójicos respiratorios.

Puesto que la confirmación de que los síntomas son causados por la elevación diafragmática es un diagnóstico de exclusión, algunos autores solicitan estudios para descartar otras causas eventuales de los trastornos respiratorios.⁵⁸

En todos nuestros pacientes solicitamos el test de broncodilatación como complemento de la espirometría y una Tomografía Computadorizada (TC) para descartar otras causas concomitantes de disnea.

Creemos que la realización de la TC es esencial para un completo estudio preoperatorio y una correcta indicación quirúrgica.

Este estudio aporta datos que permiten descartar u orientar hacia ciertas etiologías responsables de la eventración. En los casos de origen congénito, esta prueba de imagen puede evidenciar otras anomalías o malformaciones concomitantes.

Es importante valorar todo el trayecto del nervio frénico para descartar neoplasias u otras lesiones que produzcan infiltración o compresión del nervio en cualquier sección de su largo recorrido. También es conveniente descartar alteraciones abdominales responsables de la elevación del diafragma, por lo que recomendamos realizar una TC cérvico-torácico con cortes de la parte superior del abdomen.⁴

Sin embargo, su especificidad para confirmar una eventración diafragmática y diferenciarla de una hernia o ruptura del hemidiafragma es relativamente baja. Esta puede aumentar gracias a la posibilidad de realizar reconstrucciones tridimensionales y cortes multiplanares para la mejor visualización de la totalidad del diafragma; no obstante, descartar completamente una solución de continuidad a veces es casi imposible. La Resonancia Magnética Nuclear aún no ha demostrado ventajas para tal fin en relación a la TC. Tampoco lo ha hecho la ecopleurografía.

Se ha descrito el empleo de neumoperitoneo con la posible producción de un neumotórax si existe una solución de continuidad, cosa que no ocurriría en caso de la eventración. El neumoperitoneo resultante, permite observar con mayor claridad el diafragma en contraste con el aire coleccionado en región subdiafragmática. No creemos en la utilidad de este estudio, en primer lugar por ser cruento y no exento de complicaciones, y en segundo lugar por no cambiar prácticamente la conducta ya que en ambos casos se indicaría la exploración quirúrgica.

En nuestra experiencia, uno de los casos excluidos en este trabajo se trataba de una hernia central del diafragma congénita con asociación de

agenesia renal y doble vena cava inferior, evidenciadas por primera vez en la TC. No refería antecedentes traumáticos ni quirúrgicos. Debido a la clínica y a la radiografía de tórax compatibles con una eventración diafragmática se indicó una plicatura. Durante la exploración toracoscópica se identificó un anillo herniario y un gran saco que contenía las vísceras abdominales. Ante la imposibilidad de reducirla por toracoscopía debido a las adherencias torácicas y abdominales se convirtió a toracotomía con resultado quirúrgico favorable.

Salvo casos excepcionales, no indicamos un electromiograma diafragmático por tratarse de un método invasivo, costoso, doloroso y con riesgos innecesarios, ya que no cambia la conducta si los pacientes son sintomáticos más de 6 meses desde el momento del diagnóstico. Su indicación estaría justificada en neonatos, en los casos de parálisis diafragmática bilateral o en aquellos con ventilación mecánica y dificultades para el destete.^{34,62,109}

Del mismo modo, no indicamos rutinariamente la medición de presiones transdiafragmáticas, ni la Resonancia Magnética Nuclear, ni la gasometría arterial ni la ecografía solicitados por otros autores.

4. Tratamientos. Técnica quirúrgica

Hoy en día, ningún autor duda de los beneficios del tratamiento quirúrgico para la eventración diafragmática sintomática, ya sea congénita o adquirida en adultos.

Freeman y col., al comparar 30 pacientes sometidos a una plicatura diafragmática por VATS con 11 pacientes intervenidos por toracotomía y con 7 pacientes no intervenidos, destacan una mejoría de las pruebas funcionales y de su disnea en todos los pacientes operados, en contraste con frecuentes hospitalizaciones por síntomas respiratorios y discapacidad laboral en el grupo de los no operados.^{60,70}

En cuanto a las indicaciones quirúrgicas, de acuerdo con la mayoría de los autores, no incluimos las formas asintomáticas.

En pacientes pediátricos, existe cierta controversia en relación a la indicación y a la “oportunidad quirúrgica”, recomendando algunos el tratamiento conservador mientras que otros la cirugía precoz y otros en forma diferida.^{59,71}

Para algunos autores, como Vázquez López y col. por ejemplo, el tratamiento inicial en niños con parálisis postoperatoria debe ser conservador, dejando sólo la cirugía para los casos con dificultad para el destete del ventilador mecánico. En su serie, describe que sólo 1 paciente precisó plicatura del diafragma, tras una historia de dificultad respiratoria con ventilación mecánica de 2 meses de duración, extubándose a las 48 horas de realizarse la plicatura.^{59,64} El mismo autor reconoce que la plicatura diafragmática es un procedimiento de baja morbilidad, por lo que cabría cuestionarse si no era conveniente la realización más temprana de este procedimiento e intentar evitar así los dos meses de dependencia del respirador con los riesgos que esto conlleva. De todos modos, no podemos refutar esta afirmación con nuestra experiencia, ya que no contamos con población pediátrica ni con un grupo de tratamiento conservador.

En una posición contraria a lo comentado previamente en relación a los pacientes pediátricos, De Vries y col. recomiendan la intervención precoz como un intento de evitar efectos deletéreos a largo plazo en el desarrollo pulmonar y secundarios a las complicaciones de la parálisis diafragmática (atrofia del diafragma, atelectasia, neumonías a repetición, por ejemplo).⁷¹

En adultos es generalmente aceptado diferir la cirugía por lo menos 6 meses después del diagnóstico clínico–radiológico.⁵⁷ Este hecho se basa en algunos casos descritos de remisión espontánea de la enfermedad durante este intervalo de tiempo, aunque algunos proponen prolongar este lapso a un año.⁵⁸ Nosotros hemos adoptado en nuestro protocolo las recomendaciones de Freeman y col. al respecto.

La técnica de la plicatura diafragmática por toracotomía difiere poco de la utilizada hace 60 años por Christensen y col.⁹

Llama la atención que 23 de los 24 Servicios de Cirugía Torácica de España encuestados que manifestaron tener experiencia en el tratamiento quirúrgico de las eventraciones diafragmáticas han utilizado como vía de abordaje la toracotomía al menos una vez en los últimos 8 años. Por el

contrario, 1 sólo equipo quirúrgico (el nuestro) de estos 24 la ha realizado exclusivamente con técnicas de mini-invasión asistidas por vídeo y 10 refirieron experiencia en ambas técnicas.

Es aún más llamativo este dato si se tiene en cuenta que la mayoría de estos Servicios se ha sumado a los avances tecnológicos relacionados con las técnicas mini-invasivas asistidas por vídeo para otras cirugías, tales como las lobectomías, timectomías, resecciones de tumores de mediastino y patología de la pleura.

Cabe aclarar que en nuestro caso, hemos efectuado alguna vez una plicatura diafragmática durante una toracotomía efectuada por otra indicación, como por ejemplo resecciones pulmonares por carcinomas con infiltración del nervio frénico que obligan a su resección (en forma profiláctica o para corregir una parálisis del diafragma ya establecida de causa neoplásica). Estos casos no se han tenido en cuenta en la encuesta por ser de origen neoplásico.

Este tipo de indicación está justificada en el momento de la resección tumoral tal como lo describen Tokunaga y col. en su experiencia con resultados clínicos y espirométricos satisfactorios.¹³⁰

Si bien no existen ensayos aleatorizados y con amplia casuística que comparen las plicaturas diafragmáticas por toracotomía con las realizadas por técnicas mini-invasivas, estudios similares han sido diseñados para comparar estas dos vías de abordaje en las resecciones pulmonares o en los neumotórax, por ejemplo, hallando beneficios en el grupo de la mini-invasión.

Es de suponer que estos resultados son extrapolables para el tema que nos ocupa en esta tesis.

En un artículo publicado por Freeman y col., se comparan 30 pacientes sometidos a una plicatura diafragmática por VATS con 11 pacientes intervenidos por toracotomía y con 7 pacientes no intervenidos. Entre sus conclusiones destacan que la VATS tuvo un índice de complicaciones menor (aunque sin significación estadística) y una media de 1,7 días de estancia hospitalaria menos que en el grupo de toracotomías.^{60,70}

Gazala en su reciente publicación, hace un intento de comparar estas dos vías de abordaje mediante una Revisión Sistemática de la literatura.

Encontró en su revisión de la literatura 8 artículos con series de casos de eventraciones diafragmáticas tratados con toracotomía en adultos, sumando 101 pacientes. El 97% de ellos presentaron mejorías significativas postoperatorias de las pruebas funcionales, asociado a una disminución de la disnea en el 95% de los pacientes. El 2% de estos pacientes padecieron dolor crónico y 4% murieron por sepsis postquirúrgica. Por otra parte, en tres artículos publicados (con un total de 19 pacientes) que utilizaron la VATS como abordaje, todos habían mejorado sus síntomas y estado funcional respiratorio. Un solo paciente tuvo complicaciones, tratándose de una neumonía que se solucionó con antibióticos.

En cuanto a la técnica quirúrgica, podemos decir que exceptuando el último de los pacientes incluidos en nuestra serie, en todos, hemos utilizado transitoriamente el separador intercostal durante alguna maniobra quirúrgica. Justificamos este recurso técnico debido a la deficiente visión obtenida durante algunas maniobras en las que contamos con una cámara pleural de trabajo pequeña (ocupada por el hemidiafragma eventrado), a la necesidad de efectuar ciertas maniobras “en espejo” por tener que realizarlas en el sentido contrario del eje “punto de trabajo – óptica – monitor” y por la apenas moderada calidad de las imágenes lograda con nuestro equipo de toracoscopía.

Es conocido que la utilización del separador intercostal se relaciona con un incremento del dolor postoperatorio, por lo que recomendamos en estos casos la analgesia con un sistema “PCA” epidural.²¹ Con este tipo de analgesia, hemos logrado disminuir el dolor postoperatorio inmediato. Sin embargo, es posible que uno de nuestros pacientes con distensión abdominal postoperatoria se relacione con un íleo paralítico como complicación de la analgesia epidural.

En un caso excluido en nuestra serie, efectuamos la plicatura diafragmática por toracoscopía pura. No hemos tenido buenos resultados debido a problemas técnicos. Intentamos reproducir los mismos gestos quirúrgicos que hacíamos por mini toracotomía video asistida, pero nos encontramos con una cámara pleural muy pequeña y con el hilo de sutura empleado que presentaba mucha “memoria” lo cual ocasionó una importante dificultad en el manejo del mismo y de la sutura (Polipropileno 2; con sistema Quill® SRS –barbas helicoidales bidireccionales-). Posiblemente un exceso en la manipulación del hilo ocasionó

su debilidad y su ruptura en el postoperatorio que derivó en una recidiva a los 6 meses. En la reoperación por mini-toracotomía asistida por toracosopia confirmamos esta suposición. Justamente para evitar este problema, Hwang y col. describieron la utilización de una pinza o gancho especialmente diseñada para tensar el hilo de sutura continua en forma toracoscópica.¹³⁶

Es importante remarcar que la denominación de “mini-toracotomía” aceptada generalmente es de 3 a 7 centímetros^{18,20}, y no de 12 a 14 centímetros como comunican Balci y col. en su artículo.⁷⁹

Otra interesante discusión relacionada con las vías de abordaje, concierne a la preferencia por algunos autores de realizar la Plicatura diafragmática por vía abdominal.

Ya en 1959 se discutía sobre la conveniencia de abordar la eventración diafragmática por vía abdominal (laparotomía) o torácica (toracotomía).⁹

Así pues, los que preferían por vía abdominal mantenían que aportaba un mejor control sobre las vísceras abdominales durante la sutura diafragmática. Sin embargo, la mayoría de los cirujanos preferían la vía torácica, ya que ofrece mayor facilidad para reconstruir la normal situación del diafragma y un mejor control de las estructuras torácicas.⁹

Groth relata su experiencia en 25 casos de plicaturas diafragmáticas por eventración intervenidos por laparoscopia (9 derechas y 16 izquierdas), con una conversión a toracotomía ocasionada por densas adherencias que no pudo liberar por laparoscopia.⁵⁸

Tradicionalmente las vías transtorácica abiertas o mínimamente invasivas son de elección para la corrección de las parálisis o eventraciones de un hemidiafragma, aunque posiblemente cuando es bilateral podría ser conveniente el abordaje abdominal para resolver ambos lados desde un mismo abordaje. Sin embargo, algunos autores desisten realizar la plicatura derecha por vía abdominal debido a la dificultad para movilizar el hígado.¹²

Recientemente, el abordaje laparoscópico descrito por Huttl en 3 pacientes ha demostrado una mejoría significativa de los síntomas y en la espirometría.

Groth tiene la casuística más amplia publicada por vía laparoscópica y demuestra que la técnica por laparoscopia es segura y con buenos resultados funcionales que perduran a largo plazo.

Según Groth y col., afirman que la vía laparoscópica ofrece resultados clínicos y funcionales similares a corto y largo plazo a las vías transtorácicas. Mencionan además, las ventajas que el abordaje laparoscópico ofrece:

- Permite una intubación orotraqueal simple.
- Amplio espacio de trabajo y visualización.
- Potencial disminución del dolor postoperatorio.
- Riesgo reducido de lesiones viscerales iatrogénicas por la realización de puntos transdiafragmáticos a ciegas.

El porcentaje de conversión a toracotomía es < al 5% (similar al de la toracoscopia, al igual que los porcentajes de morbilidad).⁵⁸

Sin embargo, a cambio de evitar la intubación selectiva, es imprescindible la utilización del neumoperitoneo, lo cual impide la realización de maniobras mixtas. Si hay que convertir la cirugía, probablemente se deba acceder al tórax (segundo abordaje). Es cierto que existe un menor riesgo de efectuar lesiones viscerales abdominales (en nuestra experiencia hemos tenido un hematoma hepático y otro esplénico que se trataron con conducta expectante). En contrapartida, existe el riesgo de lesiones mediastínicas o pulmonares.

El dolor en nuestros pacientes fue bajo según la escala de Andersen, controlado inicialmente con sistema de analgesia PCA. No hemos tenido pacientes con dolor crónico, tal como se describe en las toracotomías. No cabe duda que la laparoscopia suele ser menos dolorosa que los abordajes torácicos.

La técnica por laparoscopia propuesta por Groth y col., requiere anestesia general con intubación orotraqueal simple y 4 trócares de 12 mm: 1 región umbilical para la cámara de 30°, dos a 2 centímetros del previo hacia ambos laterales y el último inferior al xifoides. Una vez efectuado el neumoperitoneo se realiza con electrocauterio un agujero en el diafragma de 5 mm para provocar un neumotórax y liberar de esta manera al hemidiafragma de la tensión propia causada por la presión negativa intrapleur. Esta maniobra

facilita las maniobras de prensión y tracción sobre el diafragma, aunque obliga a la colocación de un drenaje pleural en el postoperatorio. En caso de existir adherencias en el tórax éstas se pueden liberar laparoscópicamente a través de una incisión de 5 cm a través del diafragma. Realizan una plicatura en forma de T para evitar la proximidad con el mediastino. Sobre el lado derecho se secciona el ligamento falciforme para permitir la ligera caída del hígado y así facilitar el acceso a la porción posterior del diafragma.⁵⁸

Este mismo autor compara los resultados espirométricos para las toracotomías y los abordajes torácicos mini-invasivos con los laparoscópicos. Las toracotomías presentaron un incremento de los valores relativos del FEV₁ y del FVC de 18,5% y 15%, respectivamente; las toracoscopias o VATS del 25% y 18,3% y los abordajes abdominales (citados por Huttl y col. y Andrade y col) mostraron incrementos del 12,8% y 10%. Estos últimos claramente inferiores al resto (para hacer este comentario se tomaron los mayores incrementos registrados por los distintos autores).

Freeman y col. insisten en la sección del ligamento triangular lo cual posibilita la sutura medialmente justo hasta el ángulo cardiofrénico del diafragma, dejándolo plano y tirante.⁵⁷ Esta maniobra es imposible de efectuar por vía abdominal y tal vez sea la causa de los resultados espirométricos más limitados por vía abdominal.

En la actualidad, no existen grandes series de correcciones quirúrgicas de eventraciones diafragmáticas publicadas en adultos. La mayoría describen casos aislados. Destacan por su casuística las publicaciones de Mouroux y col. con 12 casos y la de Freeman y col. con 23 pacientes intervenidos por CVT.^{4,57}

La técnica quirúrgica más frecuente y la que también utilizamos en nuestro Servicio es la plicatura diafragmática por CVT descrita por Mouroux en 1996, con escasas modificaciones.^{4,54} Gharagozloo et al. fueron los primeros en publicar un caso clínico con esta técnica con asistencia toracoscópica en 1995, aunque sin criterios de mini-invasión.¹²⁷

Varios autores con escasas casuísticas han propuesto en los últimos años distintos métodos para la realización de la plicatura diafragmática por toracosopia pura con mayor seguridad.

Si bien pensamos que las vías mini-invasivas, ya sea por vía torácica o abdominal son preferibles para este procedimiento (según la experiencia y preferencia del cirujano), es importante la evolución de estas técnicas para hacerlas cada vez más seguras y eficaces.

5. Cambios clínicos postoperatorios tras la plicatura del diafragma

En todas las series de pacientes adultos con eventración diafragmática, se señala a la disnea como el síntoma principal.

Freeman y col. especifican dentro de sus criterios de inclusión que ésta debe superar el grado III en la escala de disnea (grave) y que debe condicionar la calidad de vida del enfermo.⁵⁷ No hemos insistido en nuestros criterios de inclusión en estas puntualizaciones, pero todos nuestros pacientes deben referir la presencia de disnea para ser incluidos en nuestra serie.

Todos nuestros pacientes referían la disnea como el síntoma principal y éstas eran iguales o superiores al grado II, excepto uno cuyo síntoma más condicionante era la dispepsia. Este paciente presentaba una disnea de grado I (leve). En todos, la disnea afectaba considerablemente su calidad de vida.

Hemos excluido una paciente que presentaba sólo síntomas de dispepsia (sin asociarse a disnea) que mejoraron tras la plicatura diafragmática.

Coincidiendo con otras series, todos los pacientes presentaron tras la operación una disminución de la disnea en relación a la escala de la MRS/ATS.

La disnea, siempre presente en el preoperatorio, pasa a desaparecer en el 61% de los casos y a partir de los 6 meses en el 72% de los pacientes. Al comparar el porcentaje de pacientes sin disnea preoperatoria con el porcentaje de los pacientes sin disnea al tercer mes postoperatorio con una prueba de Z para comprobación de proporciones, se encuentra significación estadística.

Las disneas graves (III) o muy graves (IV) desaparecen por completo. Por esto, al ser su valor del 0%, no se puede efectuar correctamente la prueba Z, aunque sin embargo, los buenos resultados saltan a la vista (esto mismo ocurre al comparar todas las variables categóricas en el resto de los resultados).

Esta situación persiste durante el año, con valores idénticos a los seis meses y a los 12 meses. Sólo un paciente persiste con disnea moderada al año, quien presentaba en el preoperatorio una disnea muy grave (IV). Al comparar los distintos momentos del postoperatorio, no se encontraron diferencias significativas, lo cual sugiere que los resultados se han mantenido o mejorado sin significación significativa en todo caso.

Por otra parte, cuando estratificamos los cambios en la disnea por otras variables, muchos de estos valores son “0%” y no permiten finalizar la prueba para valorar significación estadística, y por otra parte, la fragmentación de la población entre otras variables (por ejemplo hombres/mujeres) disminuye la cantidad de pacientes por subgrupo. Así pues, considerando estas premisas, podemos decir, con cierta cautela, que no encontramos diferencias en esta estratificación o dicho con un ejemplo: comparando los cambios de la disnea pre y postoperatoria entre los hombres y las mujeres no se encuentran cambios, por lo que el sexo no parece ser una variable condicionante de los resultados. De este modo, la misma observación se puede extender al lado afecto, a la edad, al riesgo anestésico, a los meses desde el diagnóstico, a la presencia de obesidad o SAOS (Síndrome de Apneas Obstructivas del Sueño) y a la EPOC.

No hemos visto análisis de este tipo en otras series. Solo Freeman y col refieren peores resultados espirométricos y clínicos en pacientes obesos, no encontrada por nosotros.⁷⁰

En la “Revisión Tardía”, donde sólo hemos incluido los 11 pacientes cuya evolución postoperatoria es mayor de 30 meses, encontramos que el 91% de estos señalan como principal cambio en la mejora de su calidad de vida los cambios en la disnea. Un solo paciente, quien acusaba importante disnea preoperatoria, señaló como cambios más importantes los digestivos.

En esta revisión desaparecieron también las disneas moderadas (además de las graves y muy graves). Sin embargo, una de los pacientes (con 80 años)

que ya no tenía disnea al año de la operación volvió a tener una disnea leve. Este cambio que podría deberse a otras causas, no se acompañó de signos radiológicos de recidiva.

En el preoperatorio, 8 pacientes (44,4%) presentaron dispepsia, 10 (55,6%) ortopnea y 6 (33,3%) requerían oxigenoterapia. Los dos primeros porcentajes mejoraron, con significación estadística al tercer mes postoperatorio. Un solo paciente dejó el oxígeno domiciliario, al tercer mes de la operación.

Ningún paciente presentó palpitaciones ni en el preoperatorio ni durante el seguimiento.

En relación a las variables categóricas como la ortopnea, el requerimiento de oxigenoterapia domiciliaria y la dispepsia, podemos decir que en todos los pacientes han desaparecido al año de la operación. En el caso puntual de la ortopnea lo hace desde el tercer mes postoperatorio.

En la revisión tardía, la misma paciente de 80 años, quien presentó un deterioro clínico de su estado general importante, y que aún se encuentra en estudio, refiere recidiva de la ortopnea, indicación nuevamente de oxigenoterapia domiciliaria y dispepsias.

Es importante remarcar, que el grupo de los pacientes admitidos para la revisión tardía, incluye sólo a los pacientes con posibilidad de desplazamiento al hospital para hacer las pruebas del seguimiento. Un paciente excluido por no estar en condiciones de desplazamiento como consecuencia de la progresión de su enfermedad de Parkinson también refería disnea, ortopnea y oxígeno domiciliario. Otro paciente que no pudo desplazarse al hospital aduciendo problemas laborales, refería recidiva de su disnea actualmente leve a moderada (según entrevista telefónica). Estos hechos, pueden alterar los resultados a largo plazo induciendo a un error en los resultados. Sin embargo, otras patologías pueden ser causas de la recidiva de estos síntomas, que nada tienen que ver con la plicatura diafragmática y sus propios resultados. Esto también podría ser una fuente de error.

Si estratificamos estos síntomas por otras variables, tal como lo hemos hecho con la disnea, encontramos solamente diferencias significativas en la dispepsia, con una evolución postoperatoria más favorable en pacientes masculinos, menores de 60 años y con un riesgo anestésico leve o moderado.

De la misma manera que comentamos previamente, al fragmentar la población en subgrupos, pueden quedar grupos muy reducidos, lo cual hace que estas estadísticas deban tomarse con precaución.

Si bien no contamos con un método de encuesta validada para valorar la calidad de vida y la conformidad con la operación (hemos realizado la encuesta "SF-36" de calidad de vida que no pudimos procesar adecuadamente debido a la baja población), basándonos en una breve entrevista efectuada durante la Revisión Tardía, podemos afirmar que de los 11 pacientes entrevistados, el 81,81% contestó que su grado de conformidad era alto; mientras que para el 18,8% era moderado. Ningún paciente mostró disconformidad. Sin embargo, el 100% de los pacientes recomendaría esta cirugía a alguna persona con los síntomas similares a los suyos.

Tal como ya hemos comentado, hay que ser cautelosos con estas respuestas debido al bajo número de la población encuestada y a que no se incluyen las opiniones de los otros siete pacientes que por distintas razones no han participado de esta Revisión.

6. Cambios funcionales respiratorios tras la plicatura del diafragma

La parálisis de un hemidiafragma conlleva la reducción de entre un 20 y un 30% de la capacidad vital y de la capacidad pulmonar total. En los pacientes adultos, la repercusión clínica no siempre se proporcional a la espirométrica.^{9,62}

La espirometría en estos pacientes puede mostrar una relación FEV₁/FVC normal, una disminución de los PEF y PIF y una disminución del 20% de la FVC al pasar de la posición de bipedestación al decúbito supino.⁶⁸

En nuestra serie hemos encontrado una disminución en todos los valores relativos espirométricos, mostrado valores promedios de : FVC= 57,2%; FEV₁= 57,2%; PEF= 73,4%; PIM= 45%; PEM= 67%; FVC % dec= 40,8; FEV₁ % dec= 40,9%.

Si observamos su evolución en una tabla descriptiva, podemos observar que todas las variables espirométricas incluidas, mejoran desde el tercer mes con tendencia a persistir durante el primer año.

Estas variables han sido comparadas inicialmente con las de tercer mes postoperatorio encontrando diferencias significativas en todas, excepto para PIF, PEM y PEM% que no alcanzan significación estadística. En estos dos últimos valores se encuentra una discreta disminución.

Incluso para las siguientes variables, el nivel de confianza alcanzado fue del 99%: FVC ml, FVC %, FEV₁ ml, FEV₁ %, PEF%, PIM, PIM%.

En cuanto a la relación FVC dec/sed y FEV₁ dec/sed marcan la diferencia del valor relativo del FVC y del FEV₁ entre el decúbito supino y la sedestación. Teóricamente, cuanto menor sea ésta, mejor será la mecánica respiratoria en decúbito y menor posibilidad de ortopnea. Estos valores son significativamente negativos en nuestra serie.

Así pues, al cabo de tres meses desde la cirugía estos valores experimentaron los siguientes incrementos: el FVC = 510,2 ml (o 17,1 puntos de su valor relativo); FEV₁ = 361,7 ml (o 15,7 puntos relativos); PEF = 713,5 ml (o 14,1 puntos relativos); PIM = 233,4 ml (o 17,2 puntos relativos); FVC en decúbito = 537,4 ml (o 23,6 puntos relativos) y FEV₁ en decúbito = 321,3 ml (o 22,1 puntos relativos).

Para comprender el significado de estos puntos relativos, es necesario aclarar que no equivalen al porcentaje de mejoría con respecto al valor relativo preoperatorio. Este “porcentaje del porcentaje” preoperatorio (de los valores espirométricos estándares según la edad, sexo, raza y peso), sin duda sería mayor que estos valores, aunque deberíamos cuestionarlos si sería correcto desde el punto de vista estadístico tenerlos en cuenta. Si se quisiera conocer el porcentaje de mejoría postoperatoria con respecto al preoperatorio, es conveniente calcular éste desde los valores absolutos en mililitros. Así pues, podemos decir que estos pacientes han mejorado un 25,12% de su FVC inicial; un 24,5% de su FEV1 inicial y un 14,2% de su PEF inicial por mencionar algunos.

Si comparamos estos valores con las principales series publicadas cuya técnica es similar a la nuestra, podemos notar similares resultados (ver tabla IV); aunque algo superiores a los nuestros.

Al comparar las mismas variables espirométricas correspondientes a las revisiones de 3, 6 y 12 meses no observamos diferencias significativas, lo cual sugiere una estabilidad espirométrica durante el primer año postoperatorio. La misma estabilidad persiste en las espirometrías recientes correspondientes a la revisión tardía, a excepción del FVC que muestra un decremento significativo con un 95% de nivel de confianza y un aumento significativo del FEV₁ ml en decúbito.

Sin embargo, al comparar los valores iniciales (preoperatorios) con los finales (de la revisión tardía), encontramos diferencias significativas en todas las variables, menos en el PEF (valores absolutos y relativos); PIM (valor absoluto) y en ambas relaciones del FVC y del FEV1 en decúbito y sedestación.

Tanto el PIF como el PEM (ambos valores) no han mostrado diferencias significativas entre el preoperatorio y ningún momento del seguimiento postoperatorio. Sin embargo, todos estos valores han mostrado un incremento progresivo evidente en la tabla descriptiva. Es posible que no muestren finalmente significación debido a la escasa población (11 en la revisión tardía, y

algunos tienen valores preoperatorios perdidos). Estos resultados deben tomarse cautelosamente.

Finalmente, si analizamos las variables espirométricas estratificándolas por otras variables categóricas y epidemiológicas, podemos observar que los valores de FVC y FEV₁ (en valores relativos y absolutos) mejoran significativamente tras la plicatura diafragmática, sin importar a qué subgrupos pertenezcan los pacientes; exceptuando los que presentaban SAOS, cuya mejoría espirométrica no es significativa.

Los tres pacientes operados que presentaban SAOS confirmado con actual tratamiento con CPAP no mejoraron ninguna variable espirométrica con significación estadística. Ocurre lo contrario con los pacientes sin SAOS. Se deben tomar estos resultados cautelosamente debido al bajo número de pacientes de este subgrupo. Sería interesante poder contar con una mayor población en este subgrupo ya que por otro lado se podría sugerir como explicación clínica una relación contraproducente con la obstrucción parcial funcional de la vía aérea alta que presentan estos pacientes.

En las tablas correspondientes se puede observar además que otros valores que presentaban diferencias significativas entre el preoperatorio y los tres meses de evolución, la pierden al ser fraccionados en subgrupos y así disminuir la población de cada uno.

7. Cambios radiológicos tras la plicatura diafragmática

Existen en la bibliografía muy pocas publicaciones que mencionen estos resultados; sin embargo, todos los autores solicitan en el seguimiento las radiografías de tórax. Algunos opinan que los cambios radiológicos no tienen correlación con los cambios sintomáticos ni con los cambios espirométricos, pero no existe un método fiable para cuantificar los cambios radiológicos.

En pacientes pediátricos, algunos han propuesto comparar el punto más elevado de la cúpula diafragmática con las costillas, o con las vértebras.

Sin embargo, pensamos que este método puede tener demasiada variación con la técnica de la radiografía: la incidencia del rayo, el grado de inspiración, la penetración del estudio, etc.

Por esto es que intentamos idear un método propio que nos posibilite cuantificar de algún modo los cambios radiológicos, y recién en ese punto, valorar si tiene correlación con la clínica y la espirometría.

Para evitar una posible variabilidad técnica y para tener un punto de referencia, hemos propuesto relacionar la longitud del lado de la eventración ("y") con el sano o contralateral ("x"). Así pues, será x' y x'' para los valores en centímetros correspondientes a las radiografías del sexto y de la revisión tardía.

De este modo, hemos podido comprobar que en las radiografías postoperatorias se evidencia una disminución de la longitud céfalo-caudal del hemitórax sano, indicando un ascenso del hemidiafragma contralateral a la plicatura. Este cambio persiste con menos intensidad en la Revisión Tardía. Este hecho que habíamos observado ya en el postoperatorio inmediato (que no está descrito en otras publicaciones y que nosotros lo cuantificamos) va disminuyendo progresivamente hasta lograr un equilibrio entre ambos hemidiafragmas. Para dar una interpretación más práctica, podemos decir que la longitud del lado sano decrece significativamente al sexto mes de la cirugía; no obstante, no se evidencia este cambio si se compara la radiografía preoperatoria con la correspondiente a la Revisión Tardía. Este hallazgo podría relacionarse con un gradual ascenso del hemidiafragma sano desde el postoperatorio inmediato (momento con mayor descenso) debido a un equilibrio de la presión abdominal a mediano y largo plazo tras la plicatura del diafragma. Sin embargo, este resultado debe tomarse cautelosamente debido a la escasa casuística y a la comparación de los 18 pacientes iniciales con los 11 del seguimiento prolongado.

Así mismo, en las radiografías postoperatorias se evidencia un incremento de la longitud céfalo caudal del hemitórax operado, indicando un descenso del hemidiafragma sometido a la plicatura. Este cambio persiste en la Revisión Tardía. La longitud del lado operado crece significativamente a los 6 meses de la cirugía y a más de los 30 meses para un nivel de confianza mayor del 95%.

Al comparar las medias de los momentos postoperatorios con el preoperatorio individualmente, encontramos diferencias significativas con un nivel de confianza del 95% en $x'-x''$; $y'-y$ e $y''-y$. No muestra significación estadística la comparación de las medias de x'' con x' .

Por otro lado, la diferencia que existe entre $(y - x)$ y $(y' - x')$ es estadísticamente significativa; al igual que la existente entre $(y - x)$ y $(y'' - x'')$.

Además, el porcentaje de mejoría que existe a los 6 meses y en la revisión tardía, no guardan diferencias significativas, lo cual podría sugerir estabilidad radiológica postoperatoria.

La diferencia de longitud entre los 2 pulmones decrece de forma significativa al 99% de confianza, tanto a los 6 como a los 30 meses, retornando a su condición fisiológica.

No hay diferencia significativa en los porcentajes de mejora comparando los porcentajes a los 6 y > 30 meses, mostrado estabilidad radiológica durante los años de seguimiento.

Finalmente, se analizó el nivel de mejora radiológico estratificado por otras variables epidemiológicas y de tipo de resultados clínicos postoperatorios, con el objeto de encontrar alguna concordancia entre los cambios radiológicos y los antecedentes o la sintomatología.

Con esta idea, se discretizó el nivel de mejora en 3 grupos y posteriormente en dos.

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos, por lo que no se pudo hallar una correlación clara.

Sería interesante continuar con la búsqueda de un método original de cuantificación de los cambios radiológicos.

8. Seguridad de la plicatura diafragmática efectuada por mini-toracotomía video-asistida

Gazala y col, en la revisión que compara los abordajes torácicos, concluyen que el abordaje mini-invasivo con asistencia toracoscópica, comparado con la toracotomía (que puede complicarse con dolor crónico, trombosis venosas y

largas hospitalizaciones), puede alcanzar similares resultados clínicos y espirométricos pero con más corto tiempo de hospitalización y una menos morbi-mortalidad⁶⁰

En nuestra experiencia, la media del tiempo operatorio fue de 92,44 minutos ($\sigma= 44,46$) con un rango de 40 a 180 minutos; la media de los días de permanencia del drenaje pleural fue de 4,55 ($\sigma= 2,68$) y la de los días de hospitalización fue de 7,5 días ($\sigma= 3,05$) con un rango de 4 a 15 días.

Estos resultados podrían superponerse a los de otras series, excepto en cuanto a la estancia hospitalaria, donde superamos a las otras series.

Si bien no hemos tenido graves complicaciones, algunas de las que hemos tenido han demorado el egreso del hospital: un hematoma esplénico y un hematoma hepático, ambos con indicación de reposo y conducta expectante en el medio hospitalario y una fuga aérea prolongada que se autolimitó al 6º día.

No hubo fallecimientos durante el ingreso hospitalario ni en todo el seguimiento postoperatorio. Tampoco reoperaciones ni conversiones a toracotomía. Dos pacientes ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos para tratamiento con BiPAP (nuestro hospital carece de una Unidad de Cuidados Intermedios respiratorios).

El dolor postoperatorio medido en la escala de Andersen fue de I en 10 casos, de II en 7 y de 0 en otro paciente. Este último caso fue el único en que no se utilizó el separador intercostal de Finochietto durante ninguna maniobra quirúrgica.

La analgesia en 8 pacientes fue efectuada con mórficos y anestésicos de larga duración (Levo-bupivacaína 0.125 % y Fentanilo 4 mcg/ ml) a través de un catéter epidural con sistema de control de la analgesia por el paciente (PCA).

9. Limitaciones del estudio

Reconocemos varias limitaciones: carece de grupo control, ya que no contamos con un estudio longitudinal de pacientes con eventración diafragmática unilateral en adultos, no sometidos a cirugía o tratados con otras

técnicas o vías de abordaje, por ejemplo toracoscopia pura, toracotomía o laparoscopia, debido a que la técnica descrita en este trabajo es el abordaje de preferencia en nuestra institución.

A pesar de las grandes limitaciones que conlleva un estudio retrospectivo, la baja incidencia de esta patología dificulta establecer un estudio analítico, prospectivo, y mucho menos randomizado. El tamaño de nuestra serie (18 casos) es pequeña, aunque debido a la infrecuencia de la indicación de esta cirugía no es despreciable en comparación con las publicaciones a nivel mundial. Esto nos limita la realización de ciertos análisis estadísticos y a su correcta interpretación.

Es posible que los avances en el tratamiento de esta patología se orienten hacia la realización de plicaturas diafragmáticas por toracoscopia pura, una vez resueltas ciertas dificultades técnicas relacionadas con la dificultad ocasionada por el escaso espacio de trabajo con el hemidiafragma eventrado. En nuestro Servicio, esperamos para un futuro no muy lejano, intentar acumular una serie relevante de casos de plicaturas diafragmáticas efectuadas por toracoscopia pura, para poder compararlo con los resultados actuales.

VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

1. CONCLUSIONES PRINCIPALES

En cuanto a la plicatura diafragmática por mini-toracotomía video-asistida como tratamiento de las eventraciones diafragmáticas unilaterales de origen no neoplásico en pacientes adultos, concluimos:

- 1.1.** Corrige la disnea significativamente en el 61% de los pacientes al tercer mes y en el 72% a partir del sexto. Anula los casos graves o muy graves de disnea; la ortopnea; la dispepsia y el requerimiento de oxigenoterapia domiciliaria. Presenta variaciones no significativas durante el seguimiento completo.
- 1.2.** Mejora todas las variables funcionales respiratorias con significación estadística desde el tercer mes postoperatorio (a excepción del PIF y del PEM); mostrando los siguientes incrementos de puntos relativos: FVC = 17,1 puntos; FEV₁ = 15,7 puntos; PEF = 14,1 puntos; PIM = 17,2 puntos; FVC en decúbito = 23,6 puntos y FEV₁ en decúbito = 22,1 puntos. Estos cambios se mantienen durante el seguimiento sin modificaciones significativas.
- 1.3.** Aumenta, con significación estadística, la medida desde la cúpula diafragmática hasta el vértice pleural del lado afecto y disminuye la longitud del lado sano durante los primeros 6 meses. No se encontró una clara correlación de esta cuantificación radiológica con la evolución clínica ni espirométrica.

1.4. Es un método seguro, sin presentar mortalidad, ni recidivas ni conversiones a toracotomía ni complicaciones de riesgo vital para los enfermos. Hubo un 44,44% de pacientes con complicaciones de leve a moderada gravedad que incrementaron la estancia hospitalaria a 7,5 días. El dolor postoperatorio fue de grado I y II para todos los casos a excepción de uno que no refirió dolor alguno.

2. CONCLUSIONES SECUNDARIAS

2.1. No se encontraron diferencias entre los sexos, el 61% fueron de ubicación izquierda y la edad media fue de 61,94 años (con un rango de 35 a 80 años). El antecedente más prevalente fue la obesidad en un 55,55% de los casos y la etiología más frecuente fue la idiopática en el 81% de los pacientes. El tiempo desde el diagnóstico hasta la cirugía fue de 59,27 meses (con un rango de 6 a 301 meses). Todos los pacientes presentaban disnea y alteraciones radiológicas y espirométricas.

2.2. En concordancia con algunos autores, pensamos que entre los motivos que impiden que esta técnica quirúrgica se efectúe con mayor frecuencia, a pesar de los buenos resultados y de la aceptación en la población pediátrica, se encuentran la baja incidencia de la patología y la falta de difusión. Nos fundamentamos en la opinión de los Servicios de Cirugía de Tórax encuestados, en el prolongado tiempo desde el diagnóstico hasta la remisión para el tratamiento quirúrgico y en la escasa cantidad de publicaciones en inglés y nulas en castellano.

VII. RESUMEN

VII. RESUMEN

1. Introducción

Definimos la eventración diafragmática como la elevación anormal y permanente de una parte o de todo el diafragma sin presentar defectos de continuidad; pudiendo ser congénita o adquirida (esta última también llamada parálisis diafragmática). Esta patología, más frecuente en los niños, puede tener como origen múltiples causas. Las neoplásicas poseen características, pronóstico y tratamiento diferentes al resto.

Su incidencia en adultos es baja, aunque difícil de estimar debido a casos asintomáticos y/o subdiagnosticados. El síntoma principal es la disnea.

El tratamiento de elección es la cirugía, principalmente la plicatura diafragmática (realización de pliegues para lograr una tensión adecuada y descenso del hemidiafragma). Se han descrito varias técnicas de plicaturas por diferentes vías de abordaje. Las más aceptadas actualmente son las efectuadas con técnicas de mini-invasión. Sin embargo, su indicación es muy infrecuente, por lo que sospechamos (al igual que otros autores), que ésta es menor de lo que debería ser; entre otros motivos por la escasa difusión que tiene esta técnica en la comunidad médica.

Las principales indicaciones de la corrección quirúrgica de una eventración diafragmática son: la presencia de síntomas respiratorios; síntomas digestivos; grandes eventraciones asintomáticas en niños; y la imposibilidad para el destete de la ventilación.

No está indicada la cirugía en los pacientes adultos asintomáticos ni en las de origen neoplásico.

2. Objetivos

1. Analizar la seguridad y los resultados clínicos, espirométricos y radiológicos a los 3, 6, 12 y más de 30 meses postoperatorios de las plicaturas diafragmáticas por Mini-Toracotomía Vídeo-Asistida efectuadas

en pacientes adultos con eventraciones diafragmáticas unilaterales de origen no neoplásico.

2. Objetivos secundarios:

- Describir las características epidemiológicas de los pacientes con eventración diafragmática sometidos a una plicatura en nuestro medio.
- Valorar el grado de difusión e indicación de la plicatura diafragmática por Mini-Toracotomía Vídeo-Asistida por parte del personal sanitario a nivel nacional y a nivel local.

3. Metodología

El presente estudio se compone de varias secciones con distintas metodologías para abordar de un modo más integral la situación regional y general del tratamiento con cirugía mini-invasiva de la eventración diafragmática.

- Para valorar el grado de difusión en la bibliografía del tema que nos ocupa se efectuó una Revisión Sistemática de la literatura.
- A continuación, se realizó un estudio longitudinal o de seguimiento retrospectivo de todos los pacientes sometidos a una plicatura diafragmática por Mini-Toracotomía Vídeo-Asistida en forma consecutiva en el Servicio de Cirugía Torácica del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete desde febrero del 2005 hasta julio del 2011. De los 18 pacientes incluidos, se recopilaron datos epidemiológicos, perioperatorios y cambios clínicos, espirométricos y radiológicos correspondientes al preoperatorio, 3, 6 y 12 meses postoperatorios. Posteriormente, todos los pacientes que llevaban una evolución postoperatoria mayor de 30 meses. fueron convocados para efectuar una “Revisión Tardía”. Finalmente, se analizaron sus resultados comparando las medias de cada variable (clínica, espirométrica y radiológica) con el preoperatorio y entre los distintos momentos del seguimiento.
- Se completó la Revisión tardía con una breve encuesta a los pacientes sobre su calidad de vida actual.

- Se realizó un estudio transversal de encuesta hacia todos los Servicios de Cirugía Torácica para conocer su opinión y experiencia en relación a las técnicas toracoscópicas de eventración diafragmática.

- Técnica quirúrgica:

La técnica quirúrgica es similar tanto si se trata del hemidiafragma derecho o del izquierdo. Se recomienda preparación con un catéter para analgesia epidural, de una sonda naso-gástrica y una sonda vesical.

Se efectúa la anestesia general e intubación orotraqueal selectiva.

La posición del paciente es en decúbito lateral. Se utilizan dos trócares de toracoscopia de 7,5 mm y se realiza una toracoscopia exploradora. Se efectúa una mini-toracotomía (3 o 4 cm) en la región lateral del tórax sobre el 9º espacio intercostal. Se intenta evitar la utilización del separador intercostal (tipo Finochietto) con palas de 3 cm.

La plicatura se efectúa con dos suturas continuas invaginantes (“ida y vuelta”) de polipropileno 1.

- Análisis estadísticos:

El análisis estadístico se realizó con la versión de evaluación de la herramienta IBM SPSS v. 19.

Se efectuó un análisis descriptivo de las variables clínico-epidemiológicas y perioperatorias. De igual modo, las variables cualitativas y cuantitativas del seguimiento clínico y espirométrico se describieron inicialmente con sus medias y desviaciones típicas.

A continuación, se realizaron tests no paramétricos y pareados para analizar las diferencias en las variables cuantitativas. Después, se hizo un test de grupo no paramétrico pareado (test de Friedman) para los valores postoperatorios (3, 6 y 12 meses). Para las variables cuantitativas de la comparación entre el pre y el postoperatorio de los 3 meses estratificando según otra variable de referencia; se efectuó un test de Wilcoxon de Rangos con signo y pareado.

Para cada una de las variables categóricas (tanto ordinales como binomiales) se realizó la prueba Z para la comprobación de proporciones.

Posteriormente se analizaron las variables del pre y post operatorio, estratificando según otra variable de referencia. Del mismo modo que en puntos anteriores, para las variables cualitativas se ha realizado nuevamente una prueba Z y para las variables cuantitativas, el test Wilcoxon con rango de signos para cada una de las variables.

El error de Tipo I se controló con una p-valor < alpha, siendo alpha=0,05.

4. Resultados

- Revisión sistemática:

Tras finalizar la revisión (realizada en inglés y español) en 11 bases de datos y de superar el proceso de selección de la literatura, 8 artículos fueron incluidos como relevantes. Ninguno de estos artículos fue escrito en español. Se identificaron 2 estudios de cohortes y 6 series de casos.

- Características epidemiológicas:

De 22 pacientes operados 18 cumplieron los criterios de inclusión. No se encontraron diferencias entre los sexos, el 61% fueron izquierdos y la edad media fue de 61,94 años (con un rango de 35 a 80 años).

El antecedente más prevalente entre los pacientes es la obesidad en un 55,55% de los casos y la etiología más frecuente fue la idiopática en el 81% de los pacientes, seguida de las virales. El tiempo desde el diagnóstico hasta la cirugía fue de 59,27 meses (con un rango de 6 a 301 meses). Todos los pacientes presentaban disnea y alteraciones radiológicas y espirométricas. El dolor postoperatorio fue de grado I y II para todos los casos a excepción de uno que no refirió dolor alguno. No hubo mortalidad. Ocho pacientes (44,44%) presentaron complicaciones que prolongaron la estancia hospitalaria (de 7,5 días) pero no supusieron un riesgo vital. No hubo recidivas ni conversiones.

- Variables clínicas :

Todos los pacientes mejoraron su sintomatología. Se comprobó significación estadística al comparar el preoperatorio con los 3 meses del postoperatorio. Desaparecieron las formas graves de disnea. Desaparecieron la ortopnea, los requerimientos de oxigenoterapia domiciliaria y la dispepsia al año de la operación. Estos resultados permanecieron durante todo el seguimiento con mínimos cambios.

- Variables espirométricas :

Todas las variables espirométricas mejoraron con significación estadística tras la operación y se mantuvieron durante todo el seguimiento (excepto el PIF y el PEM). El FVC se incrementó 17,7 puntos relativos y el FEV₁ 15,5% puntos a los tres meses de evolución.

- Variables radiológicas:

Todas las variables propuestas para el lado eventrado se han incrementado con la cirugía con significación estadística y persistieron durante el seguimiento. Por el contrario, hemos observado una disminución de la longitud del hemitórax sano tras la cirugía.

- Encuesta a los Servicios de Cirugía Torácica:

La mayoría de los Servicios encuestados cuenta con escasa experiencia en plicaturas diafragmáticas, pero tiene mayor experiencia por toracotomía que por métodos mini-invasivos. La mayoría opina que la escasa casuística se debe a la baja incidencia de la patología y a la falta de difusión de esta técnica.

5. Discusión

En concordancia con algunos autores, pensamos que existen algunos motivos que impiden que esta técnica quirúrgica se efectúe con mayor frecuencia, a pesar de los buenos resultados y de la aceptación en la población pediátrica.

Entre estos motivos están la baja incidencia de la patología y la falta de difusión de esta técnica. Nos fundamentamos en la opinión de los Servicios de Cirugía de Tórax encuestados, en el prolongado tiempo desde el diagnóstico hasta la remisión para el tratamiento quirúrgico y en la escasa bibliografía, nula en castellano.

Los resultados clínicos y espirométricos son satisfactorios y prolongados en el seguimiento. Son superponibles a otros estudios del mismo tipo realizados por otros autores. Los pacientes manifiestan una mejor calidad de vida y un índice de satisfacción alto.

El procedimiento es seguro, sin mortalidad aunque con un 44,44% de morbilidad, sin presentar complicaciones de riesgo vital, ni recidivas ni conversiones a toracotomías. La estancia hospitalaria en nuestra serie es

superior a las otras debido a algunas complicaciones que requirieron conducta expectante en ambiente hospitalario.

No hay publicaciones que se refieran a los cambios radiológicos. Hemos propuesto un método propio para cuantificarlo, demostrando significación estadística en los cambios, pero sin hallar correlación con los cambios clínicos ni espirométricos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- 1 León Atance P, Rombolá CA, AF HM. Parálisis y eventración diafragmática. In: Fernández Fau L, Freixinet Gilart J, eds. Tratado de Cirugía Torácica. Madrid: SEPAR / EDIMSA 2010; 1245-1252
- 2 King JE, Rajesh. Benign Disease of the diaphragm. In: Fielding JWL, MT H, eds. Upper Gastrointestinal Surgery. London.: Springer- Verlag, 2005; 117-126
- 3 Favre JP, Favoulet P, Cheynel N, et al. Tratamiento quirúrgico de las eventraciones diafragmáticas. ECM. Técnicas quirúrgicas. París: Elsevier Masson SAS, 2005; 40-245
- 4 Mouroux J, Venisaac N, Leo F, et al. Surgical treatment of diaphragmatic eventration using Video-Assisted Thoracic Surgery: a prospective study. Ann Thorac Surg 2005; 79:308-312
- 5 Dorland diccionario enciclopédico ilustrado de medicina. Elsevier. España SAEMP, 915.
- 6 Diccionario de medicina. Madrid: Oxford-complutense S.A, 2001; 314,396
- 7 Diccionario terminológico de ciencias médicas. Barcelona: Masson S.A., 2002; 584,585
- 8 Joen Maried J, Villabona Artero C, Juliá Serdá G, et al. Diccionario de Medicina. Barcelona: Marín S.A., 2006; 383,489
- 9 Christiensen P. Eventration of the Diaphragmam. Thorax 1959; 959:11-19
- 10 Favre JP, Hagry O, N C. Tratamiento quirúrgico de las hernias diafragmáticas raras. EMC. Técnicas quirúrgicas. París: Elsevier Masson SAS, 2003; 40-247
- 11 E C. Diafragma. In: Galindo F, ed. Cirugía Digestiva, 2009; 1-15
- 12 Korman L, Boglione M, Rubio R, et al. Eventración diafragmática ¿Cuándo está indicada la cirugía? Rev. de Cir. Infantil 2003; 13:23-26
- 13 Rodríguez Torres R, Bellón Caneiro JM, Durán Giménez-Rico H. Pared Abdominal. In: Martín Duce A, ed. Patología Quirúrgica. Madrid: Elsevier España, 2005; 263-278
- 14 Malangoni MA, Gagliardi RJ. Hernias. In: Townsend CM, Beauchamp RD, Evers BM, et al., eds. Tratado de Cirugía.Fundamentos biológicos de la práctica quirúrgica moderna. Madrid: Elsevier España, 2005; 1199-1218
- 15 Santamarina MG, Rinaldi Crespo S, Baltazar AD, et al. Rol de la TC multicorte en las hernias diafragmáticas. Ensayo iconográfico. Rev. argent radiol 2009; 73:421-432
- 16 Duque Medina JL, Matilla JM, De Cabanys, et al. Hernias diafragmáticas. In: Fernández Fau L, Freixinet Gilart J, eds. Tratado de Cirugía Torácica. Madrid: SEPAR / EDIMSA 2010 1253-1268
- 17 Enfermería y Ciencias de la Salud. In: Ediciones Hancourt SA, ed. Diccionario Mosby - Medicina, 1999
- 18 Azorin JF, Vidal R, Martinod E, et al. Voies d'abord mini-invasives du thorax. ECM. In: SAS E, ed. Techniques chirurgicales – Thorax. París, 2006; 1-9

- 19 Yim APC. VATS Major pulmonary resection revisited – controversies, techniques, and results. *Ann Thorac Surg* 2002; 74:615-623
- 20 Rocco G, Internullo E, Cassivi SD, et al. The variability of practice in minimally invasive thoracic surgery for pulmonary resections. *Thorac Surg Clin* 2008; 18:235-247
- 21 García Tirado J, Rieger-Reyes C. Técnica de cierre de la toracotomía y su relación con el dolor postoracotomía: revisión sistemática. *Archivos Bronconeumol* 2012; 48:22-28
- 22 Graeber GM, Miller JL. The diaphragm. Embriology, anatomy and incisions. In: Pearson FG, Deslauriers J, Ginsberg RJ, et al., eds. *Thoracic Surgery*. New York: Churchill Livingstone 1995; 1305-1313
- 23 Fisher JC, Bodenstein L, . Computer simulation analysis of normal and abnormal development of the mammalian diaphragm. *Theor Biol Medical Modelling* 2006; 3:9
- 24 Rodríguez P, Hussein M, Freixinert J, et al. Embriología y anatomía del diafragma. In: Fernández Fau L, J FG, eds. *Tratado de Cirugía Torácica*. Madrid: SEPAR / EDIMSA, 2010; 65-72
- 25 Rouvière H. *Compendio de Anatomía y Disección*. Barcelona: Ediciones científicas y Técnicas, S. A, 1976; 377-381
- 26 Gáldiz Iturri JB, Gorostiza Manterola A. Músculos respiratorios: Fisiología y fisiopatología. In: De Lucas Ramos P, Güell Rous R, Rodríguez González-Moro JM, et al., eds. *Tratado de Insuficiencia Respiratoria*. Madrid: SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica), 2006; 35-47
- 27 Harrison GR. The anatomy and physiology of the diaphragm. In: Fielding JWL, Hallisey MT, eds. *Upper Gastrointestinal Surgery*. London: Springer- Verlag, 2005; 45-58
- 28 Netter FH, Crelin ES, Huber JF, et al. Anatomía y embriología. In: FH N, ed. *Colección Ciba de Ilustraciones Médicas. Sistema respiratorio (Tomo VII)* Barcelona: Salvat Editores, S.A, 1984; 1-43
- 29 Williams M. "Recognition and management of diaphragmatic injury in adults". 2011
- 30 Dumont P, Pimpec-Barthes F, Riquet M. *Chirurgie des nerfs du thorax*. EMC Techniques chirurgicales - Thorax. Paris: Elsevier Masson SAS, 2009; 42-190
- 31 Pereira Rodríguez JA. *Atlas de Anatomía Humana*. Barcelona, 2009; 582
- 32 González Mangado N, Rodríguez Nieto MJ, G P-BR. El pulmón. Estructura y función. In: De Lucas Ramos P, Güell Rous R, Rodríguez González-Moro JM, et al., eds. *Tratado de Insuficiencia Respiratoria*. Madrid: SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica), 2006; 1-12
- 33 Rubí M, Maimó A. Estructura y función del aparato respiratorio. In: Agustí AGN, ed. *Función pulmonar aplicada. Puntos clave*: Mosby / Doyma libros, SA, 1994; 1-15
- 34 Gea J, Orozco-Levi M, Barreiro E, et al. Pruebas para el estudio de las enfermedades neuromusculares. Evaluación muscular respiratoria. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar II In: Burgos Rincón F, Casan Clará P, eds. *Manual de Procedimientos SEPAR*. . Barcelona: SEPAR/ Premanyer 2004; 114-133

- 35 Rodríguez Nieto MJ, Peces-Barba Romero G, González Mangado N. Mecánica respiratoria y sus alteraciones. In: De Lucas Ramos P, Güell Rous R, Rodríguez González-Moro JM, et al., eds. Tratado de Insuficiencia Respiratoria. Madrid: SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica), 2006; 25-34
- 36 Castro Navarro JL. Tesis Doctoral: Calidad de vida en los pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica: Universidad Autónoma de Madrid., 2011; 6-10
- 37 Alameda IZ, Alcaraz F, Aranguren T, et al. (VV.AA). "EPOC". In: XXI GEA, ed. Barcelona, 2008
- 38 De Lucas Ramos P, Villar Álvarez F, S L-M. Control de la ventilación y sus alteraciones. In: De Lucas Ramos P, Güell Rous R, Rodríguez González-Moro JM, et al., eds. Tratado de Insuficiencia Respiratoria. Madrid: SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica), 2006; 13-24
- 39 Carvajal Carrasco AF, Torrecilla Medina JA, Fernández Gómez-Escobar P, et al. Técnicas de reconstrucción diafragmática. In: Fernández Fau L, Freixinet Gilart J, eds. Tratado de Cirugía Torácica. Madrid: SEPAR / EDIMSA, 2010; 701-719
- 40 Sauleda J, Maimó A. Músculos respiratorios. Control de la ventilación. In: Agustí AGN, ed. Función pulmonar aplicada. Puntos clave. Madrid: Mosby / Doyma libros, SA. 1994; 95-106
- 41 Muscedere J, Zamel N, AS S. Introduction. Physiology. In: Pearson FG, Deslauriers J, Ginsberg RJ, et al., eds. Thoracic Surgery. New York: Churchill Livingstone, 1995; 37-56
- 42 Calaf N. Medición de las presiones respiratorias máximas. In: Burgos Rincón F, Casan Clará P, eds. Procedimientos de Evaluación de la Función Pulmonar II. Manual de Procedimientos SEPAR. Barcelona: SEPAR/ Premanyer, 2004; 114-133
- 43 Herman SJ, . Introduction. Imaging. In: Pearson FG, Deslauriers J, Ginsberg RJ, et al., eds. Thoracic Surgery. New York Churchill Livingstone, 1995; 9-28
- 44 Caballero Sánchez-Robles P, Arranz Merino ML, Olivera Serrano MJ, et al. Técnicas de Imágen. In: Fernández Fau L, Freixinet Gilart J, eds. Tratado de Cirugía Torácica. . Madrid: SEPAR / EDIMSA, 2010; 233-260
- 45 Yi LC, Nascimento OA, Jardim JR. Fiabilidad de un método de análisis para medir el desplazamiento del diafragma mediante visualización directa con videofluoroscopia. Arch Bronconeumol 2011; 47
- 46 Martínez Moya M, Serrano Gotarredonda MP, Fernández Cruz J. Principios, técnicas, indicaciones y estrategias de TC y RM de tórax. In: Fernández Cruz J, Moreno Cayetano I, eds. Diagnóstico por imagen del tórax: Tomografía computarizada y Resonancia magnética. Barcelona: Caduceo Multimedia, S.L., 2006; 17-72
- 47 Carmona González E, González Bocanegra M, Martínez Polanco C. Pleura, pared torácica y diafragma. In: Fernández Cruz J, Moreno Cayetano I, eds. Diagnóstico por imagen del tórax: Tomografía computarizada y Resonancia magnética. Barcelona Caduceo Multimedia, S.L, 2006; 413-449

- 48 Martínez Moya M, Pintado Torrijos MJ, García Gonzalez M, et al. Anatomía normal del tórax. In: Fernández Cruz J, Moreno Cayetano I, eds. Diagnóstico por imagen del tórax: Tomografía computarizada y Resonancia magnética. Barcelona: Caduceo Multimedia, S.L., 2006; 77-136
- 49 Orozco-Levi MI, Gayete A, Rodríguez C, et al. Evaluación funcional no-invasiva de la reserva ante la fatiga y la estructura del diafragma mediante ecografía transtorácica en modos B y M. Arch Bronconeumol 2010; 46:571-579
- 50 Barbé F, Maimó A. Alteraciones neuromusculares y de la caja torácica. In: Agustí AGN, ed. Función pulmonar aplicada. Puntos clave. Madrid: Mosby / Doyma libros, SA, 1994; 195-204
- 51 Togores B, Pons S, Agustí AGN. Espirometría: análisis de flujos y volúmenes pulmonares. In: Agustí AGN, ed. Función pulmonar aplicada. Puntos clave. Madrid: Mosby / Doyma libros, SA., 1994; 17-34
- 52 Cimas Hernando JE, Pérez Fernández J. Taller práctico de formación continuada de la SEMM para valoración de riesgos laborales en el aparato respiratorio: Espirometría, IV Congreso Nacional de Medicina del Mar, Gijón, 1999. <http://www.semm.org/espil.html>
- 53 Rojo Moreno-Arrones B, García Río F, Pino García JM. Exploración funcional respiratoria en la insuficiencia respiratoria. In: De Lucas Ramos P, Güell Rous R, Rodríguez González-Moro JM, et al., eds. Tratado de Insuficiencia Respiratoria. Madrid: SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica), 2006; 125-132
- 54 Mouroux J, Padovani B, Poirier NC, et al. Technique for the repair of diaphragmatic eventration. Ann Thorac Surg 1996; 62: 905-7
- 55 Salvatierra Velázquez A. Trastornos del diafragma. In: Escribano P, Ramos Seisdedos G, Sanchís Aldás J, eds. Medicina Respiratoria. Madrid: Grupo Aula Médica S.L, 2006; 1243-1253
- 56 Graeber GM, Miller JI, J D. Eventration. In: Pearson FG, Deslauriers J, Ginsberg RJ, et al., eds. Thoracic Surgery. New York: Churchill Livingstone, 1995; 1320-1321
- 57 Freeman RK, Wozniak TC, EB F. Functional and physiologic results of Video- Assisted Thoracoscopic Diaphragm Plication in a adult patients with unilateral diaphragm paralysis. Ann of Thorac Surg 2006; 81:1853-1857
- 58 Groth SS, Rueth NM, Kast T, et al. Laparoscopic diaphragmatic plication for diaphragmatic paralysis and eventration: an objective evaluation of short-term and midterm results. J Thorac Cardiovasc Surg 2010; 139:1452-1456
- 59 Vázquez López P, Medrano López C, Serrano Madrid M, et al. Parálisis diafragmática en el postoperatorio de cirugía cardíaca en la infancia. An Esp Pediatr 1996; 45:591-596
- 60 Gazala S, Hunt I, ELR B. Diaphragmatic plication offers functional improvement in dyspnoea and better pulmonary function with low morbidity. Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery 2012;1-4
- 61 Takeda S, Nakahara K, Fujii Y, et al. Effects of diaphragmatic plication on respiratory mechanics in dogs with unilateral and bilateral phrenic nerve paralyses. Chest 1995; 107:798-804

- 62 Shields TW. Diaphragmatic function, diaphragmatic paralysis and eventration of the diaphragm. In: Shields TW, ed. General Thoracic Surgery. Malvern: Williams and Wilkins, 1994; 607-612
- 63 Rochester DF. The diaphragm: contractile properties and fatigue. J Clin Invest 1985; 75:1397-1402
- 64 Abad P, Lloret J, Martínez Ibáñez V, et al. Parálisis diafragmática: Patología al alcance del cirujano pediátrico. Cir Pediatr 2001; 14:21-24
- 65 Calvino P, Bastos C, Bernardo JE, et al. Diaphragmatic eventration: long-term follow-up and results of open-chest plication. Eur J Cardio-Thoracic Surg 2009; 36 883-887
- 66 Paez Pérez V, Pabón Barrios R, Pacheco Castro L, et al. Eventración diafragmática. A propósito de un caso. Med Crit 2005; 2:104-106
- 67 Watanabe S, Shimokawa S, Fukueda M, et al. Large eventration of diaphragm in an elderly patient treated with emergency plication. Ann Thorac Surg 1998; 65:1776-1777
- 68 Quintana González JI, Carbajo M, Rodríguez J, et al. Parálisis diafragmática unilateral tratada con éxito mediante plicatura diafragmática. Archivos de Bronconeumología 2001; 37: 401-403
- 69 Dernaika TA, Younis WG, PV C. Spontaneous recovery in idiopathic unilateral diaphragmatic paralysis. Respir Care 2008; 53:351-354
- 70 Freeman RK, Van Woerkom J, Vyverberg A, et al. Long-term follow-up of the functional and physiologic results of diaphragm plication in adults with unilateral diaphragm paralysis. Ann Thorac Surg 2009; 88:1112-1117
- 71 DeVries TS, Koens BL, Vos A. Surgical eventration caused by phrenic nerve injury in the newborn. J Pediatr Surg 1998; 33:602-605
- 72 Sanna S, Turchini M, Monteverde M, et al. Catamenially recurring pneumothorax with partial liver herniation: a particular view. Respiration 2011; 82:476-477
- 73 Ciriaco P, Negri G, Libretti L, et al. Surgical treatment of catamenial pneumothorax: a single centre experience. Interactive Cardiovasc Thorac Surg 2009 Mar; 8:349-352
- 74 Takeda S, Nakahara K, Fujii Y, et al. Plication of paralyzed hemidiaphragm after right sleeve pneumonectomy. Ann Thorac Surg 1994; 58:1755-1757
- 75 Aigner C, Lang G, Taghavi S, et al. Haemodynamic complications after pneumonectomy: atrial inflow obstruction and reopening of the foramen ovale. Eur J Cardiothorac Surg 2008 Feb; 33:268-271
- 76 Goldstraw P, Jiao X. Pericardial repair after extensive resection: another use for the pedicled diaphragmatic flap. Ann Thorac Surg 1996 Apr; 61:1112-1114
- 77 Le Pimpec-Barthes F, Brian E, Vlas C, et al. Le traitement chirurgical des éventrations et paralysies diaphragmatiques. Surgical treatment of diaphragmatic eventrations and paralyses. Rev Maladies Respiratoires. 2010; 27:565-578
- 78 Baker CJ, Boulom V, Reemtsen BL, et al. Hemidiaphragm plication after repair of congenital heart defects in children: quantitative return of diaphragm function over time. J Thorac Cardiovasc Surg 2008 Jan; 135:56-61

- 79 Balci AE, Ozyurtkan MO. Clinical and surgical specifications of adult unilateral diaphragmatic eventration according to their aetiology in 28 patients. Importance of using diaphragmatic patch and minimal thoracotomy incision. *Eur J Cardio-thoracic Surg* 2010; 37:606-612
- 80 Moon SW, Wang YP, Kim YW, et al. Thoracoscopic Plication of Diaphragmatic Eventration Using Endostaplers. *Ann Thorac Surg* 2000; 70:299-300
- 81 Glenn WW, Holcomb WG, Hogan J, et al. Diaphragm pacing by radiofrequency transmission in the treatment of chronic ventilatory insufficiency. Present status. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1973; 66:505-520
- 82 Graeber GM, Miller JI. Diaphragmatic Pacing by Phrenic Nerve Stimulation. In: Pearson FG, Deslauriers J, Ginsberg RJ, et al., eds. *Thoracic Surgery*. New York: : Churchill Livingstone, 1995; 1322-1324
- 83 Simansky DA, Paley M, Refaely Y, et al. Diaphragm plication following phrenic nerve injury: a comparison of paediatric and adult patients. *Thorax* 2002; 57:613-616
- 84 Dagan O, Nimri R, Katz Y, et al. Bilateral diaphragm paralysis following cardiac surgery in children: 10-years' experience. *Intensive Care Med*. 2006; 32:1222-1226
- 85 Tripp HF, Bolton JW. Phrenic nerve injury following cardiac surgery: a review. *J Card Surg* 1998; 13:218-223
- 86 Ribet M. Diaphragmatic plication. *Ann Thorac Surg* 1990 Nov; 50:855-856
- 87 Kaufman MR, Elkwood AI, Rose MI, et al. Reinnervation of the paralyzed diaphragm: application of nerve surgery techniques following unilateral phrenic nerve injury. *Chest* 2011; 140:191-197
- 88 Bockeria LA, Kim A, Ryabtsev D, et al. Diaphragmatic plication as a complication in cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2007 Jun; 6:282
- 89 Lemmer J, Stiller B, Heise G, et al. Mid-term follow-up in patients with diaphragmatic plication after surgery for congenital heart disease. *Intensive Care Med* 2007; 33:1985-1992
- 90 Jog SM, Patole SK. Diaphragmatic paralysis in extremely low birthweight neonates: Is waiting for spontaneous recovery justified? *J Paediatr Child Health* 2002; 38:101-103
- 91 Mickell JJ, Oh KS, Siewers RD, et al. Clinical implications of postoperative unilateral phrenic nerve paralysis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978 Sep; 76:297-304
- 92 Soto C, Qi B, Diez Pardo JA, et al. Efectos de la plicatura diafragmatica sobre la barrera antirreflujo de la rata. *Rev Cirugía Pediátrica* 1996; 9:149-153
- 93 Fell SC. Surgical anatomy of the diaphragm and the phrenic nerve. *Chest Surg Clin N Am* 1998; 8:281-294
- 94 Shimizu M. Bilateral phrenic-nerve paralysis treated by thoracoscopic diaphragmatic plication in a neonate. *Pediatr Surg Int* 2003 Apr; 19:79-81
- 95 Koivusalo A, Pakarinen M, Vanamo K, et al. Health-related quality of life in adults after repair of congenital diaphragmatic defects--a questionnaire study. *J Pediatr Surg* 2005; 40:1376-1381

- 96 Becmeur F, Talon I, Schaarschmidt K, et al. Thoracoscopic diaphragmatic eventration repair in children: about 10 cases. *J Pediatric Surg* 2005; 40:1712-1715
- 97 Knörr A, Blanco JA, López de Castro P, et al. Eventración diafragmática izquierda asociada a dextrocardia. *Pediatría Catalana* 2007; 67:285-288
- 98 Bravo Pérez de Ordaz L, Ozores Suarez J, Y MP. Incidencia de parálisis diafragmática después de cirugía cardíaca. *Rev Cubana Pediatr* 2007; 79
- 99 Williams O, Greenough A, Mustfa N, et al. Extubation failure due to phrenic nerve injury. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* 2003; 88:F72-F73
- 100 Henderson PW, Spigland NA. Right phrenic nerve injury as a complication of tracheoesophageal fistula repair. *Pediatr Crit Care Med* 2010; 11:52-54
- 101 Hines MH. Video-assisted diaphragm plication in children. *Ann Thorac Surg* 2003; 76:234-236
- 102 Similowski T, Straus C. Iatrogenic-induced dysfunction of the neuromuscular respiratory system. *Clin Chest Med* 2004; 25:155-166
- 103 Miller SG, Brook MM, TA T. Reliability of two-dimensional echocardiography in the assessment of clinically significant abnormal hemidiaphragm motion in pediatric cardiothoracic patients: Comparison with fluoroscopy. *Pediatr Crit Care Med* 2006; 7:441-444
- 104 Mederos ON, del Campo R, Barreras JC, et al. Eventración diafragmática e hipotrofia pulmonar del adulto. *Cir Esp* 2004; 75:364
- 105 Blanco-Aparicio M, Montero-Martínez C, Couto-Fernández D, et al. Parálisis diafragmática unilateral dolorosa como única manifestación de la neuralgia amiotrófica. *Arch Bronconeumol* 2010; 46:390-392
- 106 Celli BR. Treatment of Diaphragmatic paralysis. 2012. <http://www.uptodate.com/contents/treatment-of-diaphragmatic-paralysis>
- 107 Cerfolio RJ, Bryant AS, DJ M. Operative techniques in robotic thoracic surgery for inferior or posterior mediastinal pathology. *J Thorac Cardiovasc Surg*; 143:1138-1143
- 108 Yamashita J, Iwasaki A, Kawahara K, et al. Thoracoscopic approach to the diagnosis and treatment of diaphragmatic disorders. *Surgical Laparoscopy & Endoscopy* 1996; 6:485-488
- 109 Contreras EI, Escobar HR, Necochea KMC, et al. Tres casos de parálisis diafragmática: Utilidad del estudio electromiográfico. *Rev Chil Pediatr* 2004; 75:48-54
- 110 Mantoo SK, Mak K. Congenital diaphragmatic eventration in an adult: a diagnostic dilemma. *Singapore Med J* 2007; 48:136
- 111 Hong-Xu Z, D'Agostino RS, PT P. Phrenic nerve injury complicating closed cardiovascular surgical procedures for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 1985; 39:445-449
- 112 Takara I, Ooshiro M, Iha H, et al. A successful weaning from mechanical ventilation by diaphragmatic plication for unilateral diaphragmatic paralysis. 2004; 53:184-187
- 113 Leeuw M, Williams JM, Freedom RM, et al. Impact of diaphragmatic paralysis after cardiothoracic surgery in children. *J Cardiovasc Surg* 1999; 118:510-517

- 114 Yellin A, Lieberman Y, Barzilay Z. Postoperative unilateral diaphragmatic paralysis in children, a plea for early plication. *Thorac Cardiovasc Surgeon* 1991; 39:221-223
- 115 Shiraishi Y, Miyamoto T, Shimada I, et al. Bilateral diaphragmatic plication for an adult patient [Article in Japanese]. *Nihon Kyobu Geka Gakkai Zasshi*. 1991 Oct; 30:1927-1931
- 116 Campobasso P, Schieven E, G G. Diaphragmatic eventration in pediatric age: indications to surgery and results. *Minerva Pediatr* 1993; 45:475-480
- 117 Pastor J, Blasco E, Zaraza AG, et al. Diaphragmatic eventration in adults treated by plication-postoperative long-term results. *Ann Chirurgie* 1982; 36:84-85
- 118 Donzeaugouge GP, Personne C, Lechiem J, et al. Eventration of the diaphragm in the adult- 20 cases. *Semaine des Hopitaux* 1982; 58:2065-2068
- 119 Deng Y, Byth K, HS P. Phrenic nerve injury associated with high free right internal mammary artery harvesting. *Ann Thorac Surg* 2003; 76:459-463
- 120 Ko MA, Darling GE. Acquired paralysis of the diaphragm. *Thorac Surg Clin* 2009; 19:501-510
- 121 Groth SS, Andrade RS. Diaphragm plication for eventration or paralysis: a review of the literature. *Ann Thorac Surg* 2010; 89: S2146 –50
- 122 Celik S, Celik M, Aydemir B, et al. Long-term results of diaphragmatic plication in adults with unilateral diaphragm paralysis. *J Cardiothorac Surg* 2010; 15:111
- 123 Higgs SM, Hussain A, Jackson M, et al. Long term results of diaphragmatic plication for unilateral diaphragm paralysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21:294-297
- 124 Graham DR, Kaplan D, Evans CC, et al. Diaphragmatic plication for unilateral diaphragmatic paralysis: a 10-year experience. *Ann Thorac Surg*. 1990; 49:248-251
- 125 Wright CD, Williams JG, Ogilvie CM, et al. Results of diaphragmatic plication for unilateral diaphragmatic paralysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1985; 90:195-198
- 126 Zhao HX, D'Agostino RS, Pitlick PT, et al. Phrenic nerve injury complicating closed cardiovascular surgical procedures for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg*. 1985; 39:445-449
- 127 Kim do H, Joo Hwang J, KD K. Thoracoscopic diaphragmatic plication using three 5 mm ports. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2007; 6:280-281
- 128 Leo F, Girotti P, Tavecchio L, et al. Anterior diaphragmatic plication in mediastinal surgery: the "reefing the mainsail" technique. *Ann Thorac Surg* 2010; 90:2065-2067
- 129 Lai DT, Paterson HS. Mini-thoracotomy for diaphragmatic plication with thoracoscopic assistance. *Ann Thorac Surg* 1999 Dec; 68:2364-2365
- 130 Tokunaga T, Sawabata N, Kadota S, et al. Efficacy of intra-operative unilateral diaphragm plication for patients undergoing unilateral phrenicotomy during extended surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010; 38:600-603

- 131 Varpela E, Laustela EV, A V. Acquired eventration of diaphragm-results of surgery. *Ann Chirurgie et Gynaecol* 1977; 66:284-289
- 132 Gasparri M, Wilcox T, Tisol W, et al. Diaphragm plication for diaphragm paralysis. *Chest* 2011; 140:848A-848A
- 133 Versteegh M, Braun J, Voigt P, et al. Diaphragm plication in adult patients with diaphragm paralysis leads to long-term improvement of pulmonary function and level of dyspnea. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007:449-456
- 134 Stolk J, Versteegh MIM. Long-term effect of bilateral plication of the diaphragm. *Chest* 2000; 117:786-789
- 135 Hüttl TP, Wichmann MW, Reichart B, et al. Laparoscopic diaphragmatic plication: long-term results of a novel surgical technique for postoperative phrenic nerve paralysis. *Surg Endosc* 2004 Mar; 18:547-551
- 136 Hwang Z, Shin JS, Cho YH, et al. A simple technique for the thoracoscopic plication of the diaphragm. *Chest* 2003; 124: 376-8
- 137 Maxson T, Robertson R, CW W. An improved method of diaphragmatic plication. *Surg Gynecol Obstet* 1993; 177:620-621
- 138 Ohta M, Ikeda N, Tanaka H, et al. Satisfactory results of diaphragmatic plication for bilateral phrenic nerve paralysis. *Ann Thorac Surg* 2007; 84:1029-1031
- 139 Shihata M, Mullen JC. Bilateral diaphragmatic plication in the setting of bilateral sequential lung transplantation. *Ann Thorac Surg* 2007; 83:1201-1203
- 140 Aksakal E, Erol MK, Gündoğdu F, et al. An important cause of dyspnea after coronary artery bypass grafting: phrenic nerve paralysis. *Türk Kardiyol Dern Ars* 2009; 37:132-135
- 141 Guy TS, Montany PF. Thoracoscopic diaphragmatic plication. *Surg Laparosc Endosc* 1998; 8:319-321
- 142 Gharagozloo F, McReynolds SD, Snyder L. Thoracoscopic plication of the diaphragm. *Surg Endosc* 1995; 9:1204-1206
- 143 Phadnis J, Pilling JE, Evans TW, et al. Abdominal compartment syndrome: a rare complication of plication of the diaphragm. *Ann Thorac Surg* 2006; 82:334-336
- 144 Odell JA, Kennelly K, J S. Phrenic nerve palsy and Parsonage-Turner syndrome. *Ann Thorac Surg* 2011; 92:349-351
- 145 Hountis P, Ikonomidis P, Stamatelopoulos A, et al. Compression of the right atrium due to coexistence of diaphragmatic eventration and Chilaiditi's syndrome. *Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 56:365-367
- 146 Chait RD. Intraoperative diaphragmatic plication during coronary artery bypass. *Cardiology* 2007 108:338-339
- 147 Ulkü R, Onat S, Balci A, et al. Phrenic nerve injury after blunt trauma. *Int Surg* 2005; 90:93-95
- 148 Smyrniotis V, Arkadopoulos N, Kostopanagiotou G, et al. Combination of diaphragmatic plication with major abdominal surgery in patients with phrenic nerve palsy. *Surgery* 2005; 137:243-245
- 149 Moinuddeen K, Baltzer JW, N Z. Diaphragmatic eventration: an uncommon presentation of a phrenic nerve schwannoma. *Chest* 2001; 119:1615-1616

- 150 Glassman LR, Spencer FC, Baumann FG, et al. Successful plication for postoperative diaphragmatic paralysis in an adult. *Ann Thorac Surg* 1994; 58:1754-1755
- 151 Kuniyoshi Y, Yamashiro S, Miyagi K, et al. Diaphragmatic plication in adult patients with diaphragm paralysis after cardiac surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 10:160-166
- 152 Zurita Romero M, Lopez Bermejo E, Giron A, et al. Eventración diafragmática izquierda: plicatura del diafragma por toracotomía. *Barcelona Quirúrgica* 1979; 23:239 - 240
- 153 Xenaki V, Mitri F, Sigismondi G, et al. Diaphragmatic relaxation: pathophysiological alterations and current possibilities of surgical repair. *Ann Ital Chir* 2006; 77:131-135
- 154 Pathak S, Page RD, . Splenic injury following diaphragmatic plication: an avoidable life-threatening complication. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2009; 9:1045-1046
- 155 Leal Mursuli A, Adefna Pérez Radamés I, Ramos Díaz N, et al. Eventración diafragmática traumática derecha: Reporte de un caso y revisión de la literatura. *Rev Cubana Cir* 2002; 41- 44
- 156 Alkofer B, Le Roux Y, Coffin O, et al. Thoracoscopic plication of the diaphragm for postoperative phrenic paralysis: a report of two cases. *Surg Endosc* 2004; 18:868-870
- 157 Di Giorgio A, Cardini CL, Sammartino P, et al. Dual-layer sandwich mesh repair in the treatment of major diaphragmatic eventration in an adult. *J Thorac and Cardiovasc Surg* 2006; 132:187-189
- 158 Knight SR, Clarke CP. VATS plication of diaphragmatic eventration. *Ann thoracic Cardiovasc Surg* 1998; 4:240-243
- 159 Ciccolella DE, Daly BDT, Celli BR. Improved diaphragmatic function after plication for unilateral diaphragmatic paralysis. *Am Rev Resp Dis* 1992; 146:797-799
- 160 Marcos JJ, Grover FL, JK T. Paralyzed diaphragm-effect of plication on respiratory mechanics. *J Surg Res* 1974; 16:523-526
- 161 Schonfeld T, O'neal M, Platzker ACG, et al. Function of the diaphragm before and after plication. *Thorax* 1980; 35:631-632
- 162 Groth SS, Andrade RS. Diaphragmatic eventration. *Thorac Surg Clin* 2009; 19:511-519
- 163 Gatzinsky P, Lepore V. Surgical treatment of a large eventration of the left diaphragm. *Eur J Cardiothorac Surg* 1993; 7:271-274
- 164 Suzumura Y, Terada Y, Sonobe M, et al. A case of unilateral diaphragmatic eventration treated by plication with thoracoscopic surgery. *Chest* 1997; 112:530-532
- 165 Moher D, Cook DJ, Eastwood S, et al. Improving the quality of reports of meta-analyses of randomised controlled trials: the QUOROM statement. *Lancet* 1999; 354: 1896–1900
- 166 Ortiz Z. ¿Qué son las revisiones sistemáticas? Disponible en Publicaciones CIE. Academia Nacional de Medicina, Buenos Aires, Julio 2005
- 167 Merlano S. Historia Clínica en Anestesia. Clasificación A.S.A. *Rev. Col. Anest* 1985; 13:81-82

IX. ANEXOS

3. ANEXOS

Escala de Disnea MCR-ATS		
MAGNITUD	GRADO	CARACTERÍSTICAS
Nada	0	Sin disnea, excepto ejercicios extenuantes
Leve	1	Al caminar rápidamente en plano o subir pendiente leve
Moderada	2	Ha de caminar más lentamente o detenerse en terreno plano
Grave	3	No puede caminar más de 100 metros sin detenerse
Muy grave	4	La disnea le impide salir de casa. La presenta al vestirse o desvestirse

Tabla XXVII: Escala de Disnea MCR-ATS: Escala para medir la disnea del Medical Research Council (MCR) modificada por la American Thoracic Society (ATS).⁶⁵

GRADO	CARACTERÍSTICAS
0	Ausencia del dolor
1	Dolor ligero sólo a la movilización o tos
2	Dolor ligero en reposo o moderado con la movilización o la tos
3	Dolor moderado en reposo o severo con la movilización o tos
4	Dolor severo en reposo y extremado con la movilización o tos
5	Dolor torturante en reposo

Tabla XXVIII: Escala para medición del dolor postoperatorio (Andersen). Tomado de Montero Ibáñez R, Manzanares Briega A. Escalas de valoración del dolor. JANO 25 febrero-3 marzo 2005. vol. LXVIII Nº .553.

GRADO	CARACTERÍSTICAS
I	Paciente saludable
II	Paciente con enfermedad sistémica leve, controlada y no incapacitante. Puede o no relacionarse con la causa de la intervención.
III	Paciente con enfermedad sistémica grave, pero no incapacitante.
IV	Paciente con enfermedad sistémica grave e incapacitante, que constituye además amenaza constante para la vida, y que no siempre se puede corregir por medio de la cirugía.
V	Se trata del enfermo terminal o moribundo, cuya expectativa de vida no se espera sea mayor de 24 horas, con o sin tratamiento quirúrgico.

Tabla XXIX: Clasificación del riesgo anestésico según el estado clínico previo a la cirugía de la "American Society of Anesthesiology" (A.S.A.). Tomado de : Merlano S. Historia clínica en anestesia. Clasificación A.S.A. Rev. Col. Anest. 1985. 13: 81 ENREF 161¹⁶⁷

PACIENTES CON PLICATURA DIAFRAGMATICA

Hoja de seguimiento – Revisión Tardía

Nombre:

Número de pac:

Edad:

Tel:

Fecha op:

LADO op:

Otras co-morbididades desde la operación:

SÍNTOMAS ACTUALES

1. DISNEA:

Grado:

¿Mejoría subjetiva en relación al preoperatorio?

Otras observaciones:

2. ORTOPNEA:

(si/no):

Número de almohadas / Otras observaciones:

¿Mejoría subjetiva en relación al preoperatorio?

3. OXIGENOTERAPIA DOMICILIARIA:

(si/no):

¿Desde cuándo (aprox.)?

Horas por día / lts. Por minuto (aprox.):

Fig.25: Modelo de Hoja de Seguimiento utilizada en la Revisión Tardía. (Primera parte)

4. DOLOR PO TARDÍO:

Grado (escala de Anderesen):

¿Desde cuándo (aprox.)?

Observaciones /resp.a analg.:

5. DISPEPSIA:

(si/no): ¿Desde cuándo (aprox.)?

Tipo de dispepsia (describir, rel. con ingestas, hora del día):

¿Mejoría subjetiva en relación al preoperatorio?

6. OTROS SÍNTOMAS (palpitaciones, tos irritativa, neumonías a repetición, ETC):

CUESTIONARIO

1. ¿Qué actividad desarrolla actualmente?
2. ¿Cree que la operación le mejoró la cavidad de vida?
3. ¿En qué aspectos ha notado cambios? ¿Por qué?
4. ¿Está conforme con la operación? ¿en qué grado? ¿Por qué?
5. ¿Recomendaría a un amigo con sus mismos síntomas a someterse a esa misma operación? ¿Por qué?

Fig.26: Modelo de Hoja de Seguimiento utilizada en la Revisión Tardía. (Segunda parte)

MINI-ENCUESTA SOBRE TRATAMIENTO DE EVENTRACIONES o PARALISIS DIAFRAGMÁTICAS EN ADULTOS DE CAUSAS NO NEOPLÁSICAS

(SOLO REQUIERE 2' DE SU TIEMPO)

Hospital y Servicio:

Nombre:

Nota: marque con una (x) la respuesta que considere correcta. Puede marcar más de una opción en los casos donde proceda.

Por favor, remitir el mini-cuestionario completo como nuevo archivo adjunto antes del **20/8/2012** a la dirección de correo: carrombola@hotmail.com. Muchas gracias.

1. ¿QUE EXPERIENCIA TIENE SU SERVICIO EN EL TRATAMIENTO DE LAS EVENTRACIONES DIAFRAGMÁTICAS SINTOMÁTICAS EN ADULTOS EN LOS ÚLTIMOS 8 AÑOS?

- a. Ninguna ()
- b. Tratamiento por toracotomía
 - i. de 1 a 5 casos..... ()
 - ii. de 5 a 10 casos..... ()
 - iii. de 10 a 20 casos..... ()
 - iv. más de 20 casos..... ()
- c. Plicatura diafragmática por VATS
 - i. de 1 a 5 casos..... ()
 - ii. de 5 a 10 casos..... ()
 - iii. de 10 a 20 casos..... ()
 - iv. más de 20 casos..... ()
- d. Otros tratamientos por VATS o toracosopia () (especificar los tipos de tratamientos y números de casos aproximados)

- e. Otros tratamientos QUIRÚRGICOS o MÉDICOS..... () (especificar los tipos de tratamientos y números de casos aproximados)

3. ¿POR QUÉ PIENSA QUE ESTOS TRATAMIENTOS QUIRÚRGICOS SON INDICADOS CON TAN POCA FRECUENCIA?

- a. Es una patología infrecuente y rara vez es sintomática. ()
- b. La cirugía no es el tratamiento apropiado. ()
- c. Debido a los malos resultados de la cirugía. ()
- d. Desconocimiento de la comunidad médica acerca del tratamiento quirúrgico y sus resultados. Remiten pocos casos al cirujano torácico. ()
- e. Alto índice de co-morbilidad y malas pruebas funcionales respiratorias de los pacientes afectados. ()

Muchas gracias por su colaboración y su tiempo.

Los resultados no serán publicados a nivel individual ni por Servicios.

El único interés de esta mini-encuesta es tener una idea global de la indicación de esta cirugía en toda España.

Reciba un cordial y amistoso saludo

SERVICIO DE CIRUGÍA TORÁCICA
CHU ALBACETE

Carlos A. Rombolá
F.E.A. Cirugía Torácica
C.H.U. Albacete

Fig.27: Modelo de encuesta enviado a cada Servicio de Cirugía Torácica español.